



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학박사학위논문

과학 학급 창의성의
개념화 및 척도 개발

A conceptualization and scale development of
science classroom creativity

2016년 2월

서울대학교 대학원
과학교육과 물리전공
홍 욱 수

과학 학급 창의성의 개념화 및 척도 개발

A conceptualization and scale development of
science classroom creativity

지도교수 송진웅

이 논문을 교육학박사학위논문으로 제출함

2015년 10월

서울대학교 대학원

과학교육과 물리전공

홍 옥 수

홍옥수의 박사학위논문을 인준함

2016년 1월

위원장	유	준	희	(인)
부위원장	윤	혜	경	(인)
위원	이	선	영	(인)
위원	조	현	국	(인)
위원	송	진	웅	(인)

초 록

창의성은 오랫동안 교육의 목표로 강조되어 왔으며, 특히 과학교육 분야에서는 ‘창의적 사고력’과 ‘창의적 문제해결력’이 중요하게 다루어졌다. 최근 창의성에 대한 많은 연구들은 인지적, 정의적, 환경적 속성을 포함하는 통합적 창의성의 개념을 제안하는 동시에 개인을 넘어 집단 수준에서 발현되는 창의성에 관심을 기울이고 있다. 그러나 과학교육 분야에서 통합적으로 창의성을 바라보고, 집단의 특성을 반영하여 창의성을 개념화한 연구는 매우 드물다. 이에 본 연구는 과학수업 맥락에서 드러나는 학급 단위의 창의성을 통합적으로 이해하고 분석하기 위해 ‘과학 학급 창의성(SCC: Science Classroom Creativity)’이라는 개념을 제안한다.

본 연구의 목적은 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하고, 이를 진단하고 평가할 수 있는 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도: Science Classroom Creativity Scale)’를 개발하여 타당도와 신뢰도를 검증하는 것이다. 본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’의 개념화를 위해 과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징, 교사와 학생이 인식한 ‘과학 학급 창의성’ 사례, ‘과학 학급 창의성’이 드러난 과학수업 사례를 분석하였으며, 분석 결과를 토대로 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 모형을 제안하였다.

‘과학 학급 창의성’의 구성요소를 반영한 척도 문항을 개발하기 위해 기존 창의성 관련 척도의 문항을 추출하고 수정하였으며, 교사와 학생이 인식한 ‘과학 학급 창의성’ 사례 및 과학수업 분석 결과를 토대로 일부 문항을 제작하였다. 이후 3차례에 걸친 내용 타당도 분석을 토대로 SCC 척도의 시안을 도출하였으며, 중·고등학생 160명을 대상으로 예비조사를 실시하여 신뢰도 분석과 탐색적 요인분석을 거쳤다. 그 결과, 9개의 요인(학생집단의 인지적 특성, 학생집단의 정의적 특성, 과학수업 내현적 참여, 과학수업 외현적 참여, 과학수업 환경, 과학 교사의 인지적 지지, 과학교사의 정서적 지지, 개인의 창의적 경험, 집단의 창의적 경험)이 추출되었다. SCC 척도의 신뢰도와 타당도를

검증하기 위해 중·고등학생 723명을 대상으로 본 조사를 실시하여 확인적 요인분석, 구인동등성 검증, 내적일관성 신뢰도 분석, 수렴타당도 분석 등을 거쳤다. 그 결과, 최종적으로 49개 문항으로 구성된 SCC 척도가 개발되었으며, 요인별 내적합치도는 .874에서 .936으로 높게 나타났다. 확인적 요인분석을 통해 9개 요인을 갖는 구조가 새로운 표본에서도 적합하다는 것을 검증했으며, 적합도는 매우 높은 수준으로 나타났다(CFI = .912, TLI = .901, RMSEA = .055). 또한 Kaufman(2012)의 ‘창의성 영역 검사(K-DOCS)’ 중 ‘과학/공학 창의성’에 대한 9가지 문항을 지표로 선정하여 수렴타당도를 분석한 결과, 비교적 강한 정적 상관관계($r = .408$)가 나타났으므로 SCC 척도의 수렴타당도는 지지된 것으로 판단하였다. 이후 구인동등성 검증을 통해 중학생과 고등학생의 요인구조가 동일함을 확인했으나, 중학생과 고등학교 1학년 학생 집단과 고등학교 2, 3학년 학생 집단 사이에는 요인부하량이 다르게 나타나 잠재변수가 다르게 해석됨을 알 수 있었다.

본 연구에서 개발한 SCC 척도는 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소에 대한 학급의 특징을 드러냄으로써 ‘과학 학급 창의성’ 개발을 위한 과학수업의 개선방향을 제안할 수 있으며, 통합적 관점에서 ‘과학 학급 창의성’을 이해하고 설명하기 위한 실증적 토대를 마련하는 데 기여할 것이다.

주요어: 과학 학급 창의성, 학급 창의성, 과학 학급 창의성 척도 (SCC 척도), 요인분석, 타당화

학 번: 2010-30407

차 례

1. 서론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구문제	4
1.3 연구개요	5
1.4 용어의 정의	7
2. 선행연구 및 이론적 논의	9
2.1 창의성의 개념	9
2.2 ‘과학 학급 창의성’의 개념	13
2.2.1 ‘과학 학급 창의성’의 특징	13
2.2.2 ‘과학 학급 창의성’의 모형	19
2.3 ‘과학 학급 창의성’의 평가	30
2.3.1 개인주의적 관점에서의 창의성 평가	30
2.3.2 사회문화적 관점에서의 창의성 평가	33
2.3.3 ‘과학 학급 창의성 척도’ 개발의 필요성	38
3. 과학 학급 창의성의 개념화	40
3.1 연구방법 및 절차	40
3.2 연구결과	52
3.2.1 과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징 분석	52
3.2.2 교사가 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석	56
3.2.3 과학 수업에서 드러난 ‘과학 학급 창의성’ 특징 분석 ...	68
3.2.4 학생이 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석	86
3.3 논의	91

4. 과학 학급 창의성 척도 개발 및 타당화	97
4.1 연구방법 및 절차	97
4.2 연구결과	110
4.2.1 검사문항 구성 및 내용 타당도 분석	110
4.2.2 예비조사: ‘과학 학급 창의성 척도’ 시안 개발	113
4.2.3 본 조사: ‘과학 학급 창의성 척도’의 타당화	121
4.2.4 ‘과학 학급 창의성 척도’의 해석 및 활용방안	138
4.3 논의	141
5. 요약 및 결론	144
5.1 요약	144
5.2 결론 및 시사점	146
5.3 후속연구과제	148
참고문헌	150
부록	162
Abstract	195

표 차 례

[표 2-1] 주요 연구자들의 창의성 정의 분류	10
[표 2-2] 창의성을 바라보는 관점 (Kozbelt, Beghetto, & Runco, 2010)	11
[표 2-3] 과학적 창의성의 구성 요인 (임성만·양일호·임재근, 2009)	18
[표 2-4] 창의성 모형의 특징	28
[표 2-5] 사회문화적 관점에서 개발된 창의성 관련 척도의 비교	37
[표 3-1] 과학교육 과정 분석대상의 기본 정보 ($n = 88$, 단위: 개)	41
[표 3-2] 과학 교육과정에서 나타난 고빈도 단어 분석기준	42
[표 3-3] “과학교육과 창의성” 연수 프로그램의 구성	45
[표 3-4] 연구참여자 분포	46
[표 3-5] 교사가 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석 예시	47
[표 3-6] 과학 교육과정 주요 단어의 빈도수 분석 결과	52
[표 3-7] 과학 교육과정에서 강조된 ‘과학 학급 창의성’ 구성요소별 특징	55
[표 3-8] 교사의 사례에서 추출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소	68
[표 3-9] ‘개인의 창의적 경험’을 포함하는 ‘과학 학급 창의성’ 사례	70
[표 3-10] 반원형 물통을 사용하는 이유와 관련된 문제를 해결하는 과정에서 나타난 모듈별 특징	76
[표 3-11] ‘집단의 창의적 경험’을 포함하는 과학 학급 창의성 사례	80
[표 3-12] 과학수업 관찰을 통해 추출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소	85
[표 3-13] 학생의 사례에서 추출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소	90
[표 3-14] 본 연구에서 도출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소	91
[표 3-15] ‘과학 학급 창의성’의 구성요소와 개념적 정의	96
[표 4-1] 창의성 관련 척도의 구성요인 분석	99
[표 4-2] ‘과학 학급 창의성 척도’의 검사문항 풀(pool)	100
[표 4-3] 본 조사 연구대상	107
[표 4-4] ‘과학 학급 창의성 척도’의 요인, 하위요소, 문항내용 및 근거	110
[표 4-5] 예비조사에 대한 요인 및 문항별 기술통계 ($N = 160$)	113
[표 4-6] 예비조사에 대한 내적 일관성 신뢰도 분석 결과 ($N = 160$)	115

[표 4-7] 예비조사에 대한 요인 간 상관관계 분석 결과 ($N = 160$)	116
[표 4-8] 예비조사에 대한 탐색적 요인분석 결과	118
[표 4-9] 본 조사에 대한 요인 및 문항별 기술통계	122
[표 4-10] ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’의 최종 문항	124
[표 4-11] 확인적 요인분석을 위한 과학 학급 창의성 척도 대안모형	126
[표 4-12] 과학 학급 창의성 척도 대안모형에 대한 적합도 지수	127
[표 4-13] 확인적 요인분석의 측정모형 요인부하량 분석 결과	128
[표 4-14] 과학 학급 창의성 척도의 구인동등성 검증 (중학생 vs. 고등학생)	130
[표 4-15] 과학 학급 창의성 모형 적합도 지수 (중학생 vs. 고등학생)	131
[표 4-16] 과학 학급 창의성 척도의 구인동등성 검증 (중학생 vs. 고1 학생)	132
[표 4-17] 과학 학급 창의성 척도의 구인동등성 검증 (중학생+고1 학생 vs. 고2, 3 학생)	133
[표 4-18] 집단간 측정모형 요인부하량 분석 결과 비교(중학생+고1 학생 vs. 고2, 3 학생)	134
[표 4-19] 과학 학급 창의성 척도의 내적 일관성 신뢰도 분석 결과	136
[표 4-20] SCC 척도와 K-DOCS의 상관분석 결과	137

그 립 차 례

[그림 1-1] 연구과정의 개요	5
[그림 1-2] Churchill(1979)의 다항목 척도 개발 과정 및 본 연구의 ‘과학 학급 창의성 척도’ 개발 과정	6
[그림 2-1] 4C 창의성 모델 (Kaufman & Beghetto, 2009)	15
[그림 2-2] 창의적 행동의 상호작용 모형 (Woodman & Schoenfeldt, 1990) ...	22
[그림 2-3] 창의적 변화 모형 (Puccio, Murdock, & Mance, 2007)	24
[그림 2-4] 과학적 구조 창의성 모형 (Hu & Adey, 2002)	25
[그림 2-5] 과학적 창의성의 인지적 모형 (박종원, 2004)	26
[그림 2-6] ‘과학 학급 창의성’ 기본 모형 제안	29
[그림 3-1] “물과 글리세린의 굴절을 비교” 실험보고서에 제시된 그림	75
[그림 3-2] 반원형 물통을 쓰는 이유를 기록한 C조 학생(S1, S3)의 보고서	78
[그림 3-3] 반원형 물통을 창의적인 아이디어를 제시한 사례로 평가한 C조 학생(S3)의 수업후기	79
[그림 3-4] 본 연구가 제안하는 ‘과학 학급 창의성’ 구성요소	95
[그림 4-1] K고등학교 1학년 SCC 척도 프로파일	139
[그림 4-2] K고등학교 2학년 SCC 척도 프로파일	140
[그림 4-3] ‘과학 학급 창의성’ 구성요소 모형	143

부 록 차 례

[부록 1] IRB 심의결과 통보서	162
[부록 2-1] 교사 연수 프로그램 설명서 및 동의서(교사용)	163
[부록 2-2] 교사용 결정적 사건기법 설문지	166
[부록 3-1] 과학수업 관찰 설명서 및 동의서(학생용)	168
[부록 3-2] 과학수업 관찰 설명서 및 동의서(교사용)	170
[부록 3-3] 과학수업 관찰 학부모용 설명서	173
[부록 4] 학생용 결정적 사건기법 설문지	175
[부록 5-1] 예비조사 및 본 조사 설명서 및 동의서(학생용)	177
[부록 5-2] 예비조사 및 본 조사 학부모용 설명서	179
[부록 6-1] 예비조사 설문지	181
[부록 6-2] 본 조사 설문지	184
[부록 7] 과학 학급 창의성 척도 프로파일 (27개 학급)	187

1. 서론

“개인들(집단)은 언제나 맥락 안에서 창조하며, 맥락에 대한 더 나은 이해는 창의성에 대한 설명을 완성하기 위해 필수적인 것이다.”

- R. Keith Saywer, 2011, p.209 -

1.1 연구의 배경 및 목적

2015년 9월, 교육부는 새로운 교육과정의 총론과 각론을 발표하면서 ‘창의융합형 인재¹⁾ 양성’을 교육과정의 목표로 제시했으며, 창의융합형 인재가 갖추어야 할 핵심역량 중 하나로 ‘창의적 사고 역량’을 강조했다(교육부, 2015). 최근 Organization for Economic Cooperation and Development(2003)의 DeSeCo(Definition and Selection of Competencies) 프로젝트의 영향으로 국내외 학교 교육과정의 방향과 운영 원리로 학습자의 핵심역량이 주목받고 있으며(홍원표·곽은희, 2014), 우리나라를 포함한 많은 국가에서 창의성은 핵심역량으로 제시되고 있다(백남진, 2014). 일례로 호주의 교육과정은 ‘학생이 성공적으로 살아 가고 일할 수 있도록 돕는 지식, 기능, 행동과 성향’으로서의 일반 역량 중 하나로 ‘비판적·창의적 사고(critical and creative thinking)’를 포함시켰으며(Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, 2014), 싱가포르 교육부도 교육과정 개발의 방향을 제시하는 ‘21세기 역량’ 중 하나로 ‘비판적·창의적 사고’를 제시했다(Singapore Ministry of Education, 2013). 국내에서는 미래사회 초·중등교육에서 강조해야 할 핵심 역량으로 ‘창의력’을 제안한 연구가 있었으며(Lee, Jeon, Huh, Hong, & Kim, 2009), 과학교육 내용표준의 요소로 과학의 본성, 과학적 탐구, 과학 핵심내용 지식과 함께 ‘과학적 창의성’이 제시되기도 했다

1) 창의융합형 인재: 인문학적 상상력, 과학기술 창조력을 갖추고 바른 인성을 겸비하여 새로운 지식을 창조하고 다양한 지식을 융합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 사람 (교육부, 2015)

(박현주 외, 2012).

이제까지 우리나라의 교육과정을 살펴보면, 이미 1차 교육과정부터 ‘창의성’은 교육의 중요한 목표로 여겨져 왔다. 당시 우리나라 교육의 목적과 방침을 규정한 교육법 제 2조는 진리 탐구의 정신과 과학적 사고력 배양을 통한 ‘창의적 활동’을 포함시켰으며, 교육과정 각론 수준에서 ‘창의적 능력’을 발휘하거나 ‘창의’에 대한 소양을 가지는 것을 목표로 제시하기도 했다(교육부, 1955). 하지만 창의성에 대한 이러한 관심에도 불구하고 학교에서 창의성이 길러지고 있는가에 대한 문제제기가 계속되고 있으며(조연순, 2012), 이는 비단 우리나라에서만 문제가 아니다. Robinson(2006)은 학교는 아이들이 실패를 두려워하게 만들기 때문에 창의성을 죽인다고 설명했으며, 교육정책이 학생들의 ‘창의성을 죽이는(creaticide)’ 결과를 낳았다고 비판한 연구도 있다(Berliner, Ambrose, & Sternberg, 2012). 이러한 맥락에서 조연순(2012)은 학교 교육이 창의성 교육에 성공하지 못한 이유는 학생들의 창의성을 무엇으로 볼 것인지에 대한 통찰이 부족하기 때문이라고 지적하면서 학생의 수준을 고려한 새로운 창의성 개념이 필요하다는 주장을 펼치기도 했다.

창의성은 다양한 방식으로 정의되어 왔으나, 최근의 많은 연구들은 창의성이 ‘개인(집단)’과 ‘환경’의 상호작용을 통해 새롭고 유용한 아이디어나 결과를 산출하는 것과 관련된 인지적, 정의적, 환경적 속성이라는 데 동의하며(Amabile, 1983; Hunter, Bedell, & Mumford, 2007; Mumford, 2003; Woodman, Sawyer, & Griffin, 1993; Zhou, 2003), 창의성의 다양한 구성요소를 고려하여 통합적으로 창의성을 이해하려는 시도가 계속되고 있다(Amabile, Conti, Coon, Lazenby, & Herron, 1996; Ekvall, 1996; Siegel & Kaemmerer, 1978). 이러한 맥락을 고려하여 학생의 창의성을 이해하기 위해서는 창의성의 발현 또는 성장과 관련된 다양한 요인을 고려하여 학생 개인의 인지적·정의적 특성 및 상황적 특성의 복합적인 현상을 분석해야 한다(박병기·강현숙, 2006; 박성익·이규민, 2004).

창의성을 제대로 이해하기 위해서는 창의성을 정확하게 진단하고 평가하는 것이 중요하다. 과거에는 창의성을 진단하기 위해 개인의 확산적 사고 또는 인지적 능력을 평가하는 경향이 짙었으나 (Torrance, 1990), 최근에는 창의성에 영향을 미치는 환경의 특성을 포함하여 창의성을 통합적으로 평가하려는 시도가 활발하게 진행되고 있다. 창의적 환경에 대한 관심이 높아진 것에는 집단 창의성 개념의 등장도 영향을 미쳤다. 지식이 시스템화되면서 창의성의 발현 주체는 개인에서 집단으로 확장되었으며, 창의성이 21세기의 가장 중요한 경제적 자원이라는 인식에 의해 집단 창의성에 대한 관심은 점점 강화되고 있다(Florida, 2002). 이러한 맥락에서 집단 창의성을 다양한 수준에서 정의하기 위한 연구가 수행되었으며(Paulus, Larey, & Dzindolet, 2001; Woodman *et al.*, 1993), 집단의 특성을 포함한 다양한 요인이 창의성에 미치는 영향에 대해 탐색하는 연구도 진행되었다 (Amabile & Gryskiewicz, 1989; Cabra, Talbot, & Joniak, 2005; Ekvall, 1983). 그러나 많은 연구들이 일반적인 조직에서 집단의 창의성에 영향을 주는 작업 환경을 평가하기 위한 목적으로 수행되었기 때문에 수업이 이루어지는 교실 상황에 적용하기에는 한계가 있으며, 구체적으로 학교교육 맥락에서 창의성을 어떻게 정의하고, 무엇으로 분석해야 하는지에 대한 논의는 여전히 부족하다.

이에 본 연구는 과학교육 맥락에서 집단의 특성을 반영한 창의성을 개념화하고, 이를 객관적으로 측정할 수 있는 척도를 개발하고자 한다. 지금까지 주로 경영학 분야에서 진행된 집단 창의성 연구들은 집단의 수준을 팀, 그룹, 조직 등으로 세분화하여 창의성의 구성요소를 제시하였으나, 학교교육의 기본 단위조직인 ‘학급’을 하나의 집단으로 보고 학급 수준의 집단 창의성을 논의한 연구는 아직까지 수행되지 않았다. ‘학급’은 교사와 학생을 구성원으로 갖는 독특한 형태의 집단이므로 일반적인 집단과는 다른 관점으로 바라볼 필요가 있다. 이에 본 연구는 ‘과학 학급 창의성(SCC: Science Classroom Creativity)’이라는 개념을 제안하면서 통합적 관점에서 집단의 특성을 반영한 과학교육

맥락의 창의성을 연구주제로 제시하고자 한다. 이와 관련하여 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소를 도출하여 개념화하고, 이를 효과적으로 측정할 수 있는 척도를 개발하는 한편, 척도의 타당도와 신뢰도를 검증하기 위해 ‘과학 학급 창의성 척도’의 요인구조를 확인하고, 다른 창의성 척도와의 상관관계도 살펴볼 것이다.

본 연구에서 개발된 ‘과학 학급 창의성 척도’는 다양한 학급의 ‘과학 학급 창의성’을 진단하고 평가하는 데 사용될 수 있을 것이며, 통합적 관점에서 ‘과학 학급 창의성’을 이해하고 설명하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

1.2 연구문제

본 연구의 목적은 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하고, 이를 진단하고 평가할 수 있는 척도를 개발하여 타당화하는 것이다. 이를 달성하기 위해 다음 두 가지의 연구과제가 수행되었으며, 각각의 연구과제에 대한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, ‘과학 학급 창의성’을 개념화한다.

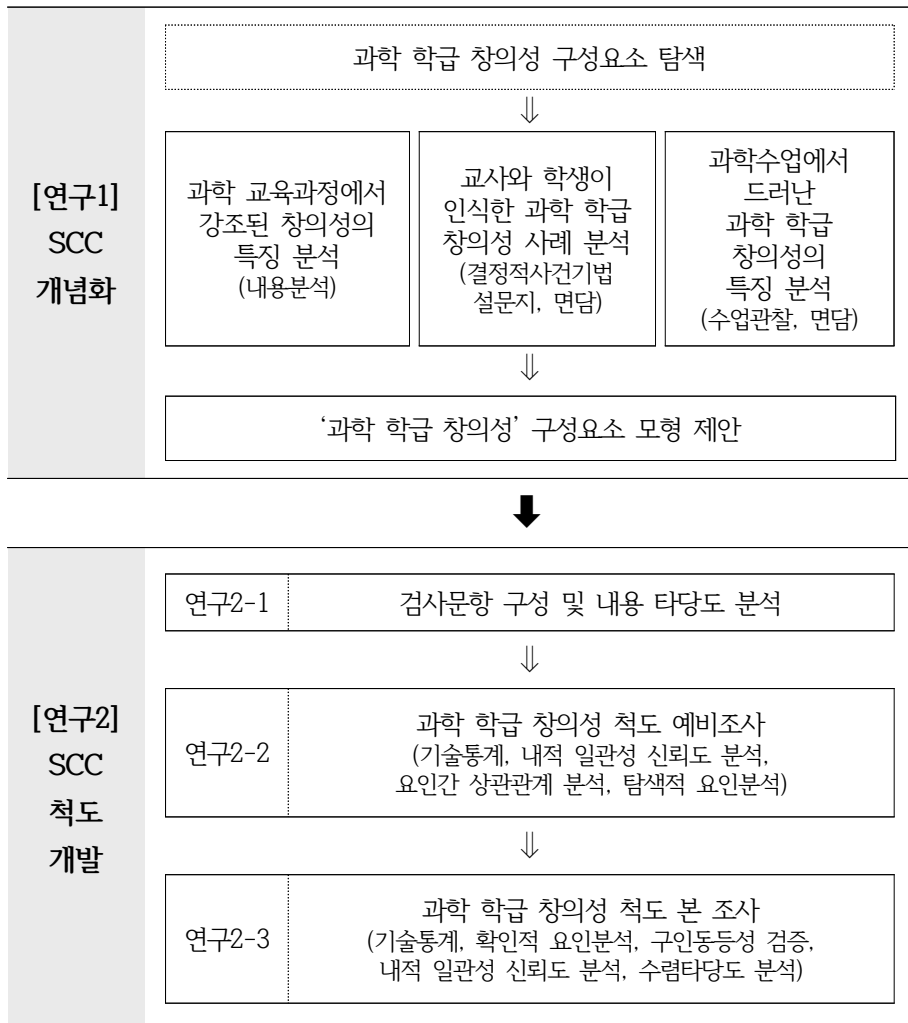
- (1) 과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징은 어떠한가?
- (2) 교사가 인식한 ‘과학 학급 창의성’ 사례의 특징은 어떠한가?
- (3) 학생이 인식한 ‘과학 학급 창의성’ 사례의 특징은 어떠한가?
- (4) 과학수업 상황에서 ‘과학 학급 창의성’은 어떻게 나타나는가?

둘째, ‘과학 학급 창의성 척도’를 개발한다.

- (1) ‘과학 학급 창의성 척도’의 문항은 어떻게 구성되어야 하는가?
- (2) ‘과학 학급 창의성 척도’의 요인 구조는 어떠한가?
- (3) ‘과학 학급 창의성 척도’의 신뢰도 검증 결과는 어떠한가?
- (4) ‘과학 학급 창의성 척도’의 타당도 검증 결과는 어떠한가?

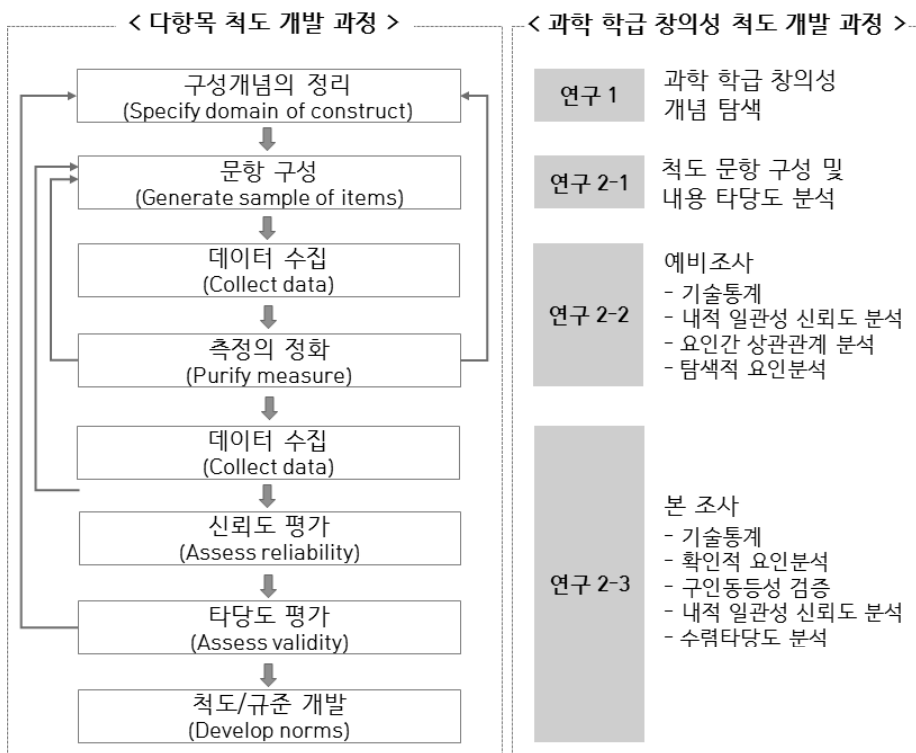
1.3 연구개요

본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하고, 이를 진단하고 평가할 수 있는 척도를 개발하여 타당도와 신뢰도를 검증하였다. 연구 개요는 [그림 1-1]과 같다.



[그림 1-1] 연구과정의 개요

본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’ 척도를 개발하고 타당화하기 위해 Churchill(1979)이 제안한 ‘다항목 척도 개발과정’을 활용하였다. [그림 1-2]에서 보는 것처럼 Churchill은 신뢰도와 타당도를 갖춘 척도를 개발하기 위해 8단계로 구성된 척도 개발과정을 제시하였으며, 본 연구는 이를 바탕으로 ‘과학 학급 창의성’ 척도의 개발 절차를 구성하였다.



[그림 1-2] Churchill(1979)의 다항목 척도 개발 과정 및
본 연구의 ‘과학 학급 창의성 척도’ 개발 과정

[연구 1]에서는 ‘과학 학급 창의성’의 구성개념을 정리하기 위해 선행연구 분석 결과를 토대로 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소를 탐색하고, 과학교육 맥락을 고려한 하위요소를 도출하기 위해 과학 교육 과정 내용분석, 교사와 학생이 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석,

과학수업 관찰 및 면담 분석 등을 실시하여 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 모형을 제안하였다.

[연구 2]는 문항구성, 예비조사, 본 조사의 3단계로 나누어진다. 먼저, [연구 2-1]에서는 ‘과학 학급 창의성’ 척도의 문항을 구성하기 위해 창의성 관련 척도와 이론을 검토하고 [연구 1]에서 얻은 자료를 분석하여 초기 문항을 도출하고, 3차에 걸친 내용타당도 분석을 실시하여 문항을 구성하였다. [연구 2-2]에서는 앞서 구성한 문항을 선별하고 척도의 신뢰도와 타당도를 분석하기 위해 예비조사를 실시하였다. Churchill(1979)은 문항 선별을 위한 과정으로 신뢰도 분석 및 요인분석 기법을 제안하였으며, 본 연구에서는 이를 참고하여 설문을 통해 수집한 데이터에 대해 내적 일관성 신뢰도 분석 및 탐색적 요인 분석 등을 실시하여 문항을 선별하는 과정을 거쳤다. [연구 2-3]은 본 조사 단계로 선별된 문항을 활용하여 데이터를 수집하고 신뢰도와 타당도를 재검증하여 척도 개발을 완료하였다. 이를 위해 확인적 요인 분석, 구인동등성 검증, 내적 일관성 신뢰도 분석, 수렴타당도 분석 등을 실시했으며, Churchill(1979)이 제안한 바와 같이 기술통계치도 함께 분석하였다.

1.4 용어의 정의

과학 학급 창의성 (SCC: Science Classroom Creativity)

‘과학 학급 창의성’은 과학수업 맥락에서 드러나는 학급 단위의 창의적인 성취 또는 잠재성을 가리키는 것으로, 주로 과학 학문 분야에서의 창의성을 가리키는 ‘과학적 창의성’과는 구별된다. Kozbelt, Beghetto, & Runco(2010)는 창의성 이론을 정리하면서 ‘큰 수준의 창의성 (lager-c)’은 ‘창의적인 성취(creative achievement)’와 관련이 깊고, ‘작은 수준의 창의성(smaller-c)’은 ‘창의적인 잠재성(creative potential)’과 관련이 깊다고 주장하였다. 일반적으로 많은 학자들은 결과와 성취를 중심으로

창의성을 정의했으나, Runco(1996)는 교육적 맥락에서 결과 중심의 창의성 개념을 도입하면 창의적 잠재성과 개인적인 창의적 경험을 배제하게 된다고 비판하였다. 김도한 외(2009)는 학교 수학 맥락에서의 창의성을 학문 수학에서의 창의성과 구별하여 제시한 바 있으며, 학교 맥락의 창의성은 학생의 수준을 고려해야 한다고 주장하기도 했다.

이에 본 연구는 과학수업 맥락에서 창의적인 성취와 잠재성을 모두 포함하는 개념으로 ‘과학 학급 창의성’을 제안했으며, “학급의 구성원인 ‘학생집단’이 ‘과학교사’와 ‘과학수업 환경’의 영향을 받아 ‘과학수업 참여’ 과정을 통해 ‘창의적 경험’을 하는 것과 관련된 속성”을 ‘과학 학급 창의성’으로 정의하였다.

학급 창의성 (Classroom Creativity)

‘학급 창의성’은 학교교육 맥락에서 가장 기본이 되는 단위조직인 ‘학급’에서 드러나는 창의적인 성취 또는 잠재성을 가리킨다. 본 연구에서 제안한 ‘과학 학급 창의성’은 과학이라는 과목의 수업 맥락을 고려하여 제안한 개념이다. 그러나 ‘학급 창의성’은 다른 과목의 수업 맥락에서도 드러날 수 있으며, ‘수학 학급 창의성’, ‘미술 학급 창의성’ 등의 개념이 존재할 수 있다. 다만 ‘과학 학급 창의성’의 정의를 고려할 때 ‘학급 창의성’은 “학급의 구성원인 ‘학생집단’이 ‘교사’와 ‘수업 환경’의 영향을 받아 ‘수업 참여’를 통해 ‘창의적 경험’을 하는 것과 관련된 속성”으로 정의할 수 있다.

과학 학급 창의성 척도

(SCC 척도 : Science Classroom Creativity Scale)

‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’는 ‘과학 학급 창의성’을 진단하고 평가하기 위해 본 연구에서 개발한 척도이며, ‘과학 학급 창의성’을 구성하는 9개 요인에 대한 49개 문항으로 구성되어 있다. SCC 척도는 ‘과학 학급 창의성’을 구성하는 9개 요인에 대한 점수를 프로파일 형태로 제시함으로써 학급의 강점과 약점을 이해할 수 있도록 돕는다.

2. 선행연구 및 이론적 논의

본 연구의 목적은 ‘과학 학급 창의성’의 개념을 정리하고, 이를 진단하고 평가할 수 있는 척도를 개발하는 데 있다. 이에 앞서 본 장에서는 선행연구 분석을 통해 ‘과학 학급 창의성’의 개념에 대해 논의하고, 이를 바탕으로 ‘과학 학급 창의성 척도’ 개발의 필요성에 대해 제시하였다.

2.1 창의성의 개념

창의성은 연구자의 관점에 따라 다양하게 정의되어 왔으며, 많은 연구자들은 Rhodes(1961)가 제안한 창의성의 4P, 즉 개인(person), 과정(process), 산출물(product), 환경(press)에 영향을 받아 창의성을 인식해 왔다(Kozbelt, Beghetto, & Runco, 2010; Simonton, 1988). ‘개인’에 초점을 둔 연구는 창의성의 발현 주체인 개인의 특징에 주목하여 성격, 동기, 지능, 사고방식, 지식 등을 강조하며, ‘과정’에 초점을 둔 연구는 창의적인 일이나 생각과 관련된 과정을 강조한다(Kaufman, Plucker, & Baer, 2008). ‘산출물’에 초점을 둔 연구는 사회적 집단에 의해 새롭고 유용하다고 평가된 제품, 아이디어, 서비스 등 유·무형의 산출물을 강조하며, ‘환경’에 초점을 둔 연구는 외부의 영향을 고려하여 사회문화적 맥락 등의 환경적 요소를 중요하게 다룬다(Sawyer, 2011). 최근에는 4P에 ‘설득(persuasion)’과 ‘잠재성(potential)’을 추가하여 6P라는 개념틀이 제안되기도 했다(Runco, 2007).

창의성은 다양한 연구자들에 의해 서로 다른 방식으로 정의되어 왔으나, 몇몇 연구에서 제안한 주요 정의를 4P를 참고하여 요약하면 [표 2-1]과 같다. 다만, ‘개인’을 강조한 정의라고 해서 ‘과정’, ‘산출물’, ‘환경’ 등을 전혀 고려하지 않았다고 보기는 어렵다. 예를 들어 Torrance (1990)는 개인의 창의적 사고를 강조하면서 문제해결과 관련된 정신능력의

집합을 창의성으로 정의했으나, 창의성이 문제해결의 전 과정에 관여한다고 주장하면서 과정과 산출물도 중요하게 인식했다. Woodman & Schoenfeldt(1990) 역시 환경을 강조하여 창의성을 정의했으나, 주어진 환경에서 표현되는 개인 행동의 산물을 창의성으로 정의하면서 개인, 과정, 산출물을 모두 고려하였다.

[표 2-1] 주요 연구자들의 창의성 정의 분류

구분		정의
개인 강조	Guilford(1956)	다양한 방향으로 사고하는 확산적 사고로 유창성, 융통성, 독창성을 생성해내는 능력
	Basadur, Graen, & Wakabayashi(1990)	지식, 상상력, 판단 등의 함수
	Torrance(1990)	일련의 일반화된 정신능력의 집합
과정 강조	Runco(2006)	경험에 대해 독창적인 해석을 생성하는 능력
	Basadur(1992)	문제발견-문제해결-문제실천 과정의 창의적 활동
산출물 강조	Mumford & Gustafson(1988)	뛰어나고 사회적으로 가치 있는 제품의 산물
	Woodman, Sawyer, & Griffin(1993)	복잡한 사회 시스템에서 개인들이 모여 함께 만든 가치있고 유용한 새로운 제품, 서비스, 아이디어
환경 강조	Amabile <i>et al.</i> (1996)	어떤 영역에서 새롭고 유용한 아이디어를 만들어내는 것
	Woodman & Schoenfeldt(1990)	주어진 '환경'에서 표현되는 개인 행동의 산물
	Csikszentmihalyi (1999)	개인, 영역, 분야의 교차점에서 관찰되는 것

Kozbelt, Beghetto, & Runco(2010)는 창의성을 바라보는 관점을 10 가지 범주(발달학적, 심리측정, 경제적, 단계 및 요소 과정, 인지적, 문제해결 및 전문성 기반, 문제발견, 진화적, 유형론적, 시스템)로 정리 하여 제시했는데, 이 중 ‘과학 학급 창의성’과 관련된 몇 가지 관점을 [표 2-2]와 같이 정리했다.

[표 2-2] 창의성을 바라보는 관점 (Kozbelt, Beghetto, & Runco, 2010)

구분	특징	핵심개념	주요 연구자
발달학적 (Developmental)	<ul style="list-style-type: none"> 창의성은 시간의 흐름에 따라 잠재성에서 성취로 발달 가능 개인과 환경의 상호작용 강조 	<ul style="list-style-type: none"> 가족 구성원 역할놀이 전이 과정 지원 종단적 과정 다변량 영향 	Helson(1999) Albert & Runco (1988)
심리측정 (Psychometric)	<ul style="list-style-type: none"> 창의성을 타당하고 신뢰할 수 있도록 측정 가능 IQ와의 차별성 및 영역특수성 강조 	<ul style="list-style-type: none"> 타당도 신뢰도 분석 변별타당도 기준치 영역특수성 	Guilford(1968)
인지적 (Cognitive)	<ul style="list-style-type: none"> 창의적인 사람과 성취에 토대가 되는 관념적인 사고과정 강조 	<ul style="list-style-type: none"> 발산적, 수렴적 사고 개념적 결합, 확장 은유적 사고, 심상 초인지적 과정 	Mednick(1962) Guilford(1968)
문제해결 및 전문성 기반 (Problem Solving & Expertise-Base)	<ul style="list-style-type: none"> 일반적인 인지과정과 영역의 전문성을 활용하여 합리적인 방법을 통해 비구조화된 문제해결 강조 	<ul style="list-style-type: none"> 비구조화된 문제 인지적, 컴퓨터적 접근 전문성 기반 접근 문제표현 및 발견학습 	Ericsson(1999) Simon(1989) Weisberg(2006)
문제발견 (Problem Finding)	<ul style="list-style-type: none"> 창의적인 사람은 해결해야 하는 문제발견 과정에 적극적으로 참여함을 강조 	<ul style="list-style-type: none"> 주관적 창의적 과정 탐구활동 온라인 발견 	Getzels & Csikszentmihalyi(1976) Runco(1994)
시스템 (Systems)	<ul style="list-style-type: none"> 창의성은 다양한 요인들이 상호작용하는 복잡한 시스템의 결과 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템의 진화 영역과 분야 게이트키퍼 집단/협력적 창의성 카오스와 복잡성 	Gruber(1981) Csikszentmihalyi (1988) Sawyer(2011)

먼저 ‘발달학적’ 관점은 창의성이 시간의 흐름에 따라 잠재성에서 성취로 발달할 수 있음을 주장하면서 개인과 환경의 상호작용을 강조한다. ‘심리측정’ 관점은 창의성을 타당하고 신뢰할 수 있도록 측정할 수 있다는 입장을 취하며, 창의성의 영역특수적 본성을 강조한다. ‘인지적’ 관점은 발산적 사고와 수렴적 사고 같은 개인의 사고유형에 관심을 기울이며, 이러한 특징이 창의적인 사람과 성취에 토대가 된다는 입장을 취한다. ‘문제해결 및 전문성 기반’ 관점은 일반적인 인지과정과 영역의 전문성을 활용하여 비구조화된 문제를 창의적으로 해결하는 것을 강조하면서 문제의 표현과 발견학습에 관심을 기울인다. ‘문제발견’ 관점은 창의적인 사람은 문제를 정의하는 과정에 적극적으로 참여한다고 주장하면서 이를 포함한 탐구활동을 강조한다. ‘시스템’ 관점은 창의성이 다양한 요인들이 상호작용하는 복잡한 시스템의 결과라고 주장하는데, 시스템 이론을 지지하는 연구자들은 시스템의 진화에 관심을 기울이면서, 영역과 분야, 집단/협력적 창의성 등을 연구주제로 삼는다.

이상의 관점은 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하고 ‘과학 학급 창의성 척도’를 개발하는 데 다음과 같은 시사점을 준다. 먼저 ‘발달학적’ 관점을 고려할 때, 학교교육 맥락에서 드러나는 ‘과학 학급 창의성’은 학생의 수준을 고려한 개념이어야 하며, 학급의 창의성이 잠재성에서 성취로 발달할 수 있다는 입장을 취할 수 있다. 이 때 학급의 구성원과 과학수업 환경의 상호작용은 중요한 역할을 담당한다. ‘심리측정’ 관점을 고려할 때, 과학의 영역특수성을 포함하는 개념인 ‘과학 학급 창의성’은 타당하고 신뢰성 있게 측정할 수 있다. ‘인지적’ 관점을 고려할 때, ‘과학 학급 창의성’의 발현 주체인 학생의 사고유형은 중요하게 다루어질 필요가 있으며, 발산적 사고와 수렴적 사고 같은 일반적인 인지과정뿐 아니라 과학 영역의 특수성을 반영한 인지적 특성을 고려해야 한다. ‘문제해결 및 전문성 기반’과 ‘문제발견’ 관점을 고려할 때, 과학 교육 맥락에서 문제발견 및 해결을 포함하는 과학탐구 활동이 ‘과학 학급 창의성’과 어떻게 관련되어 있는지 제시할 필요가 있다. ‘시스템’

관점을 고려할 때, ‘과학 학급 창의성’은 학급이라는 집단 수준에서 드러나는 창의성을 의미하므로, 이와 관련된 다양한 요인들을 제시할 수 있다.

2.2 ‘과학 학급 창의성’의 개념

2.2.1 ‘과학 학급 창의성’의 특징

창의성은 체계적으로 정리된 과학적 개념이기보다는 문화적, 역사적 맥락을 반영하여 형성된 용어라 할 수 있으며, 창의성 개념은 시대에 따라 변해왔다. 과거에는 창의성이 특별한 사람에게 주어지는 신비로운 능력이자, 소수의 개인에게 발견되는 특별한 속성으로 인식되었으나 (Mednick, 1962), 최근의 연구는 창의성이 교육적, 사회문화적, 환경적 지원을 통해 신장될 수 있다고 본다(Plucker & Runco, 1999).

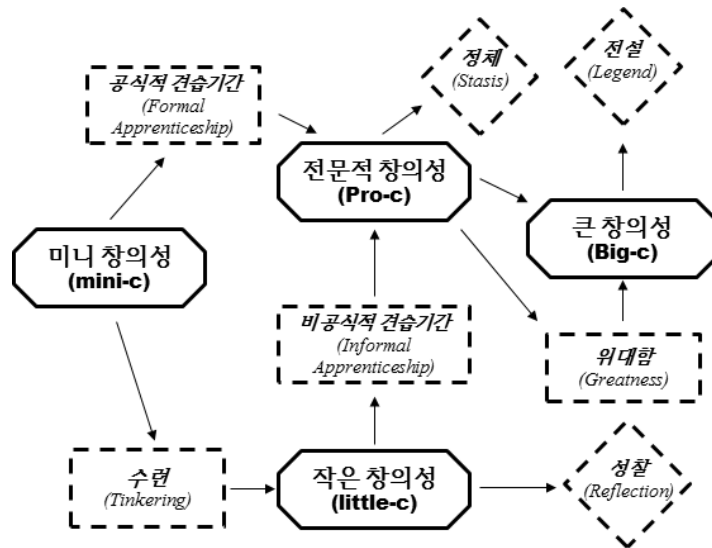
창의성 연구의 흐름도 변해왔는데, Isaksen, Puccio, & Treffinger (1993)는 창의성 연구의 시대적 흐름을 3단계로 나누어 제시하면서 1950-60년대는 창의적 문제해결 모형의 개발 및 훈련을 강조하는 ‘과정중심 접근’, 1970-80년대는 개인과 과정의 상호관계에 대한 이해를 강조하는 ‘상호작용 접근’, 1990년대 이후에는 맥락적(context)인 관점에서 통합적 이해를 강조하는 ‘생태학적(ecological) 접근’에 기반하여 창의성을 이해하려는 시도가 있었다고 밝혔다. Sawyer(2011)는 창의성 연구의 큰 줄기를 ‘개인주의적 접근(individualist approach)’과 ‘사회문화적 접근(sociocultural approach)’으로 나누어 제시하였다. ‘개인주의적 접근’은 창의적인 사고 또는 행동에 참여하는 개인에 대한 연구로서 개인의 생각, 인식, 학습, 기억 등과 관련된 속성에 관심을 기울이는 반면, ‘사회문화적 접근’은 사회문화적 시스템 안에서 함께 일하는 집단에 대한 연구로서 혁신을 만들어내는 집단의 창의적인 시스템의 구조와 과정에 관심을 기울인다는 특징이 있다.

본 연구에서는 최근의 맥락적인 관점과 사회문화적 접근을 고려하여 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하고자 한다. 이에 앞서 본 절에서는 ‘창의성의 수준’, ‘개인과 집단’, ‘영역일반성과 영역특수성’에 대한 선행연구를 살펴봄으로써 ‘과학 학급 창의성’의 특징에 대해 논의할 것이다.

1) 창의성의 수준

최근의 많은 연구들은 창의성이 ‘새롭고’ 동시에 ‘유용한’ 산물을 만들어내는 것과 연관된 현상이라는 데 동의한다(e.g., Amabile, 1983; Hunter *et al.*, 2007; Mumford, 2003; Woodman, Sawyer, & Griffin, 1993; Zhou, 2003). 그러나 ‘새로움’과 ‘유용함’의 수용 범위는 상황과 맥락에 따라 달라질 수밖에 없으므로(조연순·정지은, 2012), ‘과학 학급 창의성’을 정의할 때는 과학수업의 상황과 맥락을 고려해야 하며, 학생의 수준을 반영해야 한다.

Kaufman & Beghetto(2009)는 창의성의 수준을 세분화하여 ‘창의성의 4C 모델’을 제시하면서 ‘큰(big-C) 창의성’은 모두가 인정하는 위대한 업적과 관련된 창의성, ‘전문적(pro-C) 창의성’은 해당 분야에서 전문가로 인정받을 수 있는 창의성, ‘작은(little-c) 창의성’은 교사, 가족, 친구 등에게 인정받는 일상 수준의 창의성, ‘미니(mini-c) 창의성’은 개인적이고 잠재적인 성향을 지니는 창의성으로 구별하였으며, 교육 현장에서 교사들은 작은 수준의 창의성에 관심을 두어야 한다고 주장했다. 과학수업 맥락에서 드러나는 창의성은 대부분 ‘작은 창의성’ 또는 ‘미니 창의성’ 수준으로 이해할 수 있으며, 이들은 [그림 2-1]에서 제시한 바와 같이 공식 또는 비공식적 ‘견습기간(apprenticeship)’을 거친 후 ‘전문적 창의성’으로 발전하거나, 더 나아가 ‘큰 창의성’에 도달할 수 있다.



[그림 2-1] 4C 창의성 모델 (Kaufman & Beghetto, 2009)

1.4절에서 제시한 바와 같이 Kozbelt *et al.*(2010)은 큰 수준의 창의성은 창의적인 성취와 관련이 깊고, 작은 수준의 창의성은 창의적인 잠재성과 관련이 깊다고 주장했으며, 이러한 맥락에서 조연순(2012)은 학교에서의 창의성 교육을 위해서는 학생의 수준을 고려한 새로운 창의성 개념이 필요하다고 강조하였다. 작은 수준의 창의성은 교육이나 훈련을 통해 계발될 수 있으며(조연순 외, 2008), 이러한 맥락에서 우리나라를 비롯한 호주, 캐나다, 영국, 홍콩, 중국, 싱가포르 등은 학생들의 창의성을 계발하기 위해 국가적 차원에서 노력하고 있다(Craft, 2007).

이와 마찬가지로 본 연구에서는 교육을 통한 창의성의 계발 가능성을 고려하고 과학수업 맥락에서 드러나는 ‘미니 창의성’과 ‘작은 창의성’ 수준을 반영하여 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하고자 한다.

2) 개인과 집단

창의성을 과학적으로 연구한 첫 번째 학문분야는 심리학이었으며, 초기 창의성 연구의 초점은 창의적인 사람과 보통사람을 구별 짓는

성격적인 특성을 발견하는 것, 뛰어난 창의성을 식별해내는 검사 도구를 개발하는 것, 창의성을 향상시키는 교육 기제를 만들어내는 것과 같이 창의적인 ‘개인’에 맞춰져 있었다(Sawyer, 2011). 최근에는 다양한 수준에서 ‘집단 창의성’의 개념이 제안되었으며(Paulus, Larey, & Dzindolet, 2001; Woodman *et al.*, 1993), 집단 간 창의성의 차이를 비교한 연구도 있었다(Larey & Paulus, 1999). 집단 창의성 개념의 등장은 창의적인 환경에 대한 관심을 촉진시켰으며, 집단 창의성의 관점에서 다양한 환경요인이 창의성에 어떤 영향을 미치는지 탐색하는 연구들이 진행되었다(Amabile & Gryskiewicz, 1989; Cabra, Talbot, & Joniak, 2005; Ekvall, 1983). 특히 Hong, Chang, & Chai(2014)은 집단의 구성원을 지지하는 환경은 집단에 속한 구성원 사이의 지식 교환을 활발하게 함으로써 창의적인 산출물을 생성할 수 있는 혁신적인 아이디어가 나타나도록 돕는다고 주장하였다. Sternberg(2010)는 교육적 관점에서 학생들의 창의성을 촉진할 수 있는 교실 환경의 중요성을 지적했으며, 송진웅·나지연(2014)은 집단 창의성의 관점에서 창의적 교실문화에 대해 탐색하기도 했다.

Bharadwaj & Menon(2000)은 조직에서 나타나는 창의성의 특징을 분석하면서 ‘개인의 창의성 기제(individual creativity mechanisms)’와 ‘집단(조직)의 창의성 기제(organizational creativity mechanisms)’를 구별하여 제시했으며, 두 가지 종류의 기제가 모두 높게 나타난 조직에서 높은 수준의 변화(혁신)가 일어난다고 밝혔다.

본 연구에서 제안하고자 하는 ‘과학 학급 창의성’은 과학수업 맥락에서 학급이라는 집단의 특성을 포함하는 창의성을 의미하며, 과학 학급 안에서 개인과 집단의 창의성 기제는 다르게 나타날 수 있다. 이에 본 연구에서는 창의성의 발현 주체가 개인인 경우와 집단(모둠)인 경우를 모두 포함하여 ‘과학 학급 창의성’의 개념을 제시하고자 한다.

3) 영역일반성과 영역특수성

초기 창의성 연구자들은 창의성이 모든 영역에서 나타나는 일반적이고 공통적인 능력이라고 생각했다. 대표적으로 Guilford(1956)는 확산적 사고를 창의성에서 나타나는 공통적인 핵심요소로 강조한 바 있으며, Torrance(1990)는 창의적 사고능력이 창의적인 성취 과정에서 작동하는 일반적인 정신능력의 집합체라고 정의한 바 있다. 최근 많은 연구자들은 창의성이 영역특수성을 지니는 것으로 받아들이고 있는데, Gardner(1983, 2006)가 제안한 다중지능 이론은 이러한 움직임에 많은 영향을 끼쳤다. 이와 관련하여 서로 다른 영역에서 창의성의 상관관계수가 낮게 나타난 바 있으며(Baer, 1993; Ruscio, Whitney, & Amabile, 1998), 특히 ‘과학적 창의성(scientific creativity)’과 예술적 창의성을 구별하여 과학적 창의성의 영역 특수성을 주장한 연구도 있었다(Wolpert, 1992). Kaufman, Cole, & Baer(2009)는 자기보고식 ‘창의성 영역 질문지(CDQ: Creative Domain Questionnaire)’를 활용하여 영역특수성을 지닌 7개의 요인(언어-예술적, 시각-예술적, 기업가적, 대인관계적, 수학/과학, 수행, 문제해결)을 도출함으로써 ‘수학/과학 창의성’은 타 영역과는 구별되는 속성이 있다고 밝혔다. 특히 연구결과를 바탕으로 창의성의 단일 구성개념(‘c’ 요인)을 제안했는데, 7개의 요인 중 ‘수학/과학’ 요인은 ‘c’요인과의 상관관계가 가장 낮게 나타났다. 이는 ‘수학/과학’ 영역의 특수성이 매우 강함을 나타내는 것이라 할 수 있다.

‘과학적 창의성’을 강조한 연구를 살펴보면, Hu & Adey(2002)는 ‘과학적 창의성’이 창의적인 과학실험, 창의적인 과학적 문제발견 및 문제해결, 창의적인 과학 활동과 관련되어 있을 뿐 아니라 과학적 지식과 기술에 의존하기 때문에 다른 영역의 창의성과는 다르다고 주장했다. 국내에서는 임성만·양일호·임재근(2009)이 과학적 창의성을 다룬 논문들을 내러티브 리뷰 방법으로 탐색하여 [표 2-3]과 같이 과학적 창의성의 구성요인을 정의적 요인, 인지적 요인, 환경적 요인으로 나누어 제시한 바 있다.

[표 2-3] 과학적 창의성의 구성 요인 (임성만·양일호·임재근, 2009, p.40)

영역	연구자	과학적 창의성의 구성 요인
정의적 요인	Feist(1998)	자율성, 내향적, 새로운 경험에 대한 개방성, 증거에 대한 의심, 자신감, 자기인정적, 추진력, 야망, 공격성, 충동적
	Liang(2002)	동기부여(과학적 태도, 과학자에 대한 태도, 과학적 활동에 대한 태도)
	Mansfield & Busse(1981)	부모-아동의 상호작용, 부모의 특징, 가족 특성
인지적 요인	박종원(2004)	창의적인 사고(발산적 사고, 수렴적 사고, 연관적 사고), 과학지식내용, 과학적 탐구기능
	박종석·김민정(2003)	융통성, 유창성, 독창성, 정교성, 과학문제해결력, 과학상상력
	신지은 외(2002)	과학에서의 문제발견력, 과학적 추론능력, 가설설정능력, 실험설계능력, 기구고안능력
	정현철 외(2002)	과학지식, 과정지식, 확산적/비판적 사고, 문제의 종류, 문제발견력
	조연순·최경희(2000)	과학의 내용지식, 과정지식, 창의적 사고기능
	Mohamed(2006)	과학과정기술
	Liang(2002)	유창성, 융통성, 독창성, 개방성, 문제발견, 가설생성, 과학성취도, 과학의 본성
	Meador(2003)	과학과정 기술
	Adolf(1982)	가설설정, 실험설계, 관찰, 자료수집, 결과해석, 결론도출
	Hu & Adey(2002)	산출물(기술적 산출물, 과학지식, 과학현상, 과학문제), 속성(유창성, 융통성, 독창성), 과정(사고력, 상상력)
	Weisberg(1986)	융통적 사고, 개방된 실험, 문제에 대한 민감성
	Lipps(1999)	관찰을 통한 문제발견능력, 과학결과를 설명하는 가설 발전 과정
환경적 요인	Haigh(2007)	열려진 연구 환경
	Heller(2007)	창의적인 학습 환경
	Koren <i>et al.</i> (2005)	열려있고 격려하는 학습 환경

Ayas & Sak(2014)는 ‘과학적 창의성’을 과학적 유용성 또는 중요성을 갖추고 있으면서 맥락에 적합한 새로운 아이디어나 제품을 만들어

내는 능력이라고 정의하면서 ‘과학적 창의성’의 발현을 위해서는 ‘영역일반적인 지식’과 ‘영역특수적인 기술’이 모두 필요하다고 주장하였다. 이와 유사하게 Klahr(2000)도 과학적 창의성의 주요 요소로서 ‘영역일반적 지식’과 ‘영역특수적 지식’을 제안하였다. Baer & Kaufman(2005)은 창의성이 영역일반적인 동시에 영역특수적인 특성을 가지고 있다고 주장하면서 지능, 동기, 지식 등은 창의성에 있어 공통적으로 중요하지만 전문 영역으로 갈수록 영역특수성을 나타낸다고 강조하기도 했다.

‘과학 학급 창의성’은 과학이라는 특정 과목을 고려한 개념이므로 과학 영역의 특수성을 반영해야 한다. 다만 학급의 맥락을 고려하여 학생의 수준을 반영한 개념이므로 전문적 수준의 ‘과학적 창의성’과는 구별될 필요가 있다. 또한 학생의 수준을 고려한 작은 수준의 창의성을 다루기 때문에 본 연구에서는 영역특수성과 영역일반성을 모두 포함한 개념으로 ‘과학 학급 창의성’을 제시하고자 한다.

2.2.2 ‘과학 학급 창의성’의 모형

창의성은 복잡하고 추상적인 개념이기 때문에 많은 연구자들은 창의성을 개념화하기 위해 창의성의 구성요소를 제시하는 경향이 있으며, 이러한 창의성의 구성요소 모형 관점은 개인의 속성뿐 아니라 사회적 체계의 특징을 중요하게 다룬다(이선영, 2014). 이에 본 연구에서는 학급을 구성하는 개인과 맥락의 속성을 반영하여 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 모형을 제안할 것이다. 이에 앞서 본 절에서는 구성요소 모형 관점에서 제안된 다양한 창의성 모형들을 살펴보고, ‘과학 학급 창의성’ 모형이 갖추어야 할 특징에 대해 이론적으로 논의하고자 한다.

1) 주요 창의성 모형

Csikszentmihalyi(1988)는 창의성의 ‘시스템 모형’을 제안하면서 창의성은 ‘개인’, ‘영역’, ‘분야’라는 세 가지 요소들이 상호작용할 때 발현된다고 주장하였다. ‘개인’은 정보를 수집하여 자신의 인지적, 정의적 특성에 따라 정보를 변형하거나 확장시키는 사람을 가리키며(박성익 · 이규민, 2004), ‘영역’은 수학, 과학, 언어, 예술 등과 같이 특정 영역에서 공유된 고유한 규율, 규칙, 과정, 상징체계 등의 정보를 개인에게 제공하는 기능을 담당한다(이선영, 2014). ‘분야’는 창의적인 결과물을 평가하고 선택하는 중재자 집단을 일컫는 것으로 다양한 전문성, 지위, 권력을 가진 전문가들의 복합적 네트워크를 가리킨다(Sawyer, 2011).

창의성의 ‘시스템 모형’은 창의성의 발현 주체인 ‘개인’을 구성요소로 포함시켰으며, ‘영역’의 중요성을 강조하는 동시에 창의성을 평가하는 전문가 집단으로서의 ‘분야’를 제시하였다. 이를 참고하여 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소를 도출한다면, ‘개인’과 관련하여 창의성의 발현 주체인 ‘학생’을 포함시킬 수 있다. 또한 ‘영역’과 관련하여 과학 영역의 특수성을 반영해야 하며, ‘분야’와 관련하여 ‘과학 학급 창의성’을 평가하고 판단하는 중재자 집단에 대한 고려도 필요하다. 일반적으로 ‘분야’는 영역에 영향을 미치는 사회적 제도나 조직을 가리키며, 학교 교육에 있어서는 교육과정이나 교과서, 평가와 관련된 전문가 집단이라 할 수 있다. 다만 이는 본 연구에서 제안하게 될 ‘과학 학급 창의성 척도’의 평가 범위를 벗어나기 때문에, 본 연구에서는 학급 수준에서 교육과정을 재구성하고, 수업자료를 제공하며, 평가의 역할을 담당하는 교사를 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소로 포함시킬 수 있다.

Amabile(1988)은 독특한 방법으로 아이디어를 결합시키는 능력을 창의성으로 정의하였으며, 창의성과 관련된 개인의 요소들이 창의적 과정에 미치는 영향을 고려하여 창의성의 ‘요소모형’을 제안하였다. ‘요소모형’은 창의성의 구성요소로 ‘내적동기’, ‘영역관련기술’, ‘창의적 사고 관련 기술’을 제시하면서 이들이 창의적 과정에 영향을 미친다고

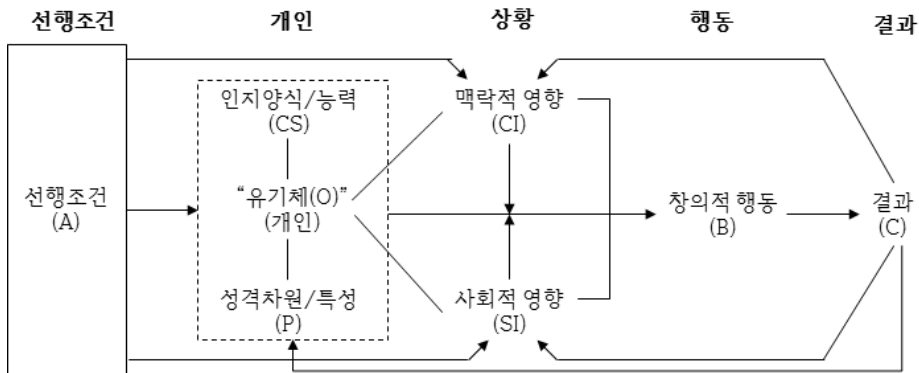
설명했다. ‘내적동기’는 과제에 대한 흥미, 즐거움 등을 포함하며, ‘영역관련기술’은 영역 특수적 관점에서 특정 영역과 관련된 지식과 전문적 기술을 가리키며, ‘창의적 사고 관련 기술’은 영역 일반적 관점에서 창의적 과정에 영향을 미치는 사고유형 등을 나타낸다.

창의성의 ‘요소모형’은 개인의 인지적(영역관련기술, 창의적 사고 관련 기술), 정의적(내적동기) 속성을 모두 포함하고 있으며, 창의성의 영역특수성(영역관련기술)과 영역일반성(창의적 사고 관련 기술, 내적 동기)을 동시에 고려하였다. 앞서 창의성의 ‘시스템 모형’을 참고하여 창의성의 발현 주체인 학생을 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소로 포함시킨다면, 학생의 인지적, 정의적 특성을 모두 고려할 필요가 있으며, 인지적 특성과 관련하여 영역일반적 속성(예: 사고유형)과 영역특수적 속성(예: 과학 관련 지식, 과학 탐구 기술)을 모두 반영할 필요가 있다.

Woodman & Schoenfeldt(1990)는 [그림 2-2]와 같이 ‘창의적 행동의 상호작용 모형’을 제안하면서 창의적 행동과 관련된 요인으로 ‘선행조건’, ‘개인의 인지양식/능력’, ‘개인의 성격차원/특성’, ‘맥락적 영향’, ‘사회적 영향’을 제시하였다. ‘선행조건’의 영향을 받아 ‘개인’과 ‘상황’의 상호작용을 통해 창의적 ‘행동’이 나타나게 되고, 이것이 창의적 ‘결과’로 연결될 수 있다는 주장이다.

‘창의적 행동의 상호작용 모형’은 ‘개인’과 관련하여 ‘인지양식/능력(예: 확산적 사고, 문제해결양식)’과 ‘성격차원/특성(예: 자율성, 자아 존중감)’을 구별하여 강조하였다. 앞서 살펴본 창의성의 ‘요소모형’이 ‘개인’의 인지적 특성과 정의적 특성을 모두 포함시키기는 했으나, 이들을 구별하여 별개의 요소로 제시하지 않았던 것과는 차이가 있다. 또한 ‘상황’을 강조하면서 ‘맥락적 영향(예: 물리적 환경, 집단/조직의 풍토)’과 ‘사회적 영향(예: 사회적 촉진, 평가, 보상)’을 나누어 제시하였다. ‘창의적 행동의 상호작용 모형’이 다른 모형과 차별화되는 특징은 ‘선행조건(예: 과거학습경험)’을 구별하여 제시한 것이다. 이는 ‘개인’의 창의성을 설명하기 위해 중요한 전제조건이 될 수 있으나, ‘집단’의 창의성 관점에서는 집단을 구성하는 ‘개인’의 속성이 ‘선행

조건’의 역할을 담당하게 될 것이므로 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소로 ‘선행조건’을 구별하여 제시할 필요는 없다고 판단된다. 다만, 학생의 과거학습경험은 ‘과학 학급 창의성’의 발현에 중요한 영향을 끼칠 수 있으므로, 학습경험을 토대로 형성되는 과학지식 및 개념, 과학에 대한 태도 등을 ‘학생’ 요소에 반영시킬 필요가 있다.



A (antecedent conditions to current situation) : 선행조건, 예: 과거학습경험
 B (creative behavior) : 창의적 행동
 C (consequences) : 결과
 O (“organism”/person) : “유기체”/개인
 CS (cognitive style/abilities) : 인지양식/능력, 예: 확산적 사고, 문제해결양식
 P (personality dimensions/traits) : 성격차원/특성, 예: 자율성, 자아존중감
 CI (contextual influences) : 맥락적 영향, 예: 물리적 환경, 과제 및 시간제한
 SI (social influence) : 사회적 영향, 예: 사회적 촉진, 보상, 처벌

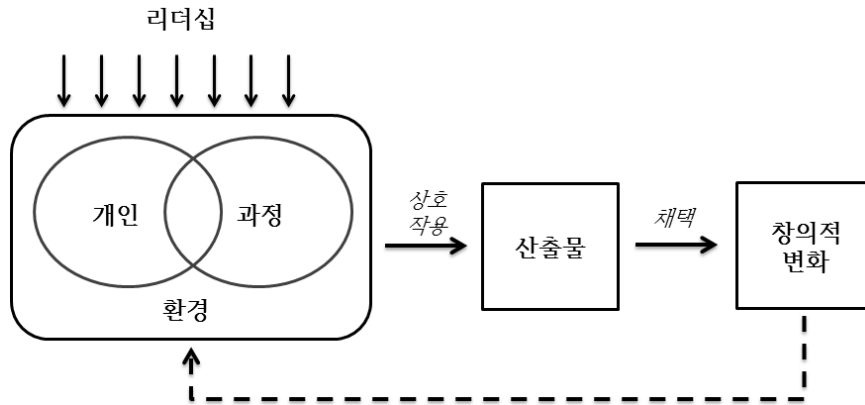
[그림 2-2] 창의적 행동의 상호작용 모형 (Woodman & Schoenfeldt, 1990)

‘창의적 행동의 상호작용 모형’은 창의성의 발현 또는 산물에 해당하는 ‘결과’에 앞서 창의적 ‘행동’을 제시했는데, 이는 ‘개인’과 ‘상황’의 상호작용에 의해 나타나는 창의적 행동을 잠재적인 창의성의 발현으로 제안한 것으로 해석할 수 있다. 본 연구에서 개발하고자 하는 ‘과학 학급 창의성 척도’는 자기보고식 척도로서 창의성의 ‘결과’를 평가하기에는 무리가 있으며, 일반적으로 창의성의 ‘결과’는 전문가들의 합의에 의해 평가한다(Besemer & Treffinger, 1981). 그러나 창의성의 잠재적 결과로서의 창의적 행동은 학급 구성원의 ‘경험’을 기반으로

평가할 수 있는 항목이며, ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 반영할만한 가치가 있다고 판단된다.

Isaksen, Puccio, & Treffinger(1993)가 제안한 ‘생태학적 모형’은 ‘개인특성’, ‘창의적 문제해결과정(CPS)’, ‘산출물’, ‘상황(분위기, 문화)’, ‘과제’와 같은 구성요인에 기초하여 창의성을 설명한다. 창의성의 ‘생태학적 모형’에서 주목할 만한 부분은 창의적인 과정을 강조하면서 ‘창의적 문제해결 과정(CPS)’을 구성요소로 제안하고 있다는 점이다. 학교교육 맥락을 고려한 ‘과학 학급 창의성’에 있어 학생들의 ‘과학수업 참여’ 과정은 중요하며, 이를 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소로 포함시킬 필요가 있다. 또한 창의성의 ‘생태학적 모형’은 창의성의 구성요소로 ‘과제’를 제시했는데, 이는 앞서 ‘창의적 행동의 상호작용 모형’이 ‘과제’를 ‘맥락적 영향’에 속하는 특징 중 하나로 제안한 것과 대조적이다. 일반적으로 ‘과제’의 성격은 창의성과 밀접한 관련이 있다고 여겨지며, 창의성 관련 척도를 개발한 선행연구 중에는 ‘과제’의 특징을 포함시킨 사례가 있다(Amabile *et al.*, 1996; Mayfield & Mayfield, 2010). ‘과학 학급 창의성’과 관련하여 학생들에게 주어지는 과제의 특징은 중요하게 다루어질 필요가 있다. 다만 다른 요소와의 위계를 고려하여 개별적인 구성요소로 제시할 필요가 있는지 검토해야 한다.

Puccio, Murdock, & Mance(2007)는 시스템 관점을 도입하여 조직의 창의성을 설명할 수 있는 ‘창의적 변화 모형’을 제안하였다. 창의적 변화 모형은 많은 연구에서 창의성의 핵심요소로 제시한 ‘개인’, ‘과정’, ‘산출물’, ‘환경’의 상호작용을 강조하는 동시에(Schoenfeldt & Jansen, 1997), 최근 집단 창의성과 관련된 연구에서 강조하고 있는 ‘리더십’을 핵심요소로 포함시켰다(Amabile, Schatzel, Moneta, & Kramer, 2004; Isaksen, 2007).



[그림 2-3] 창의적 변화 모형 (Puccio, Murdock, & Mance, 2007)

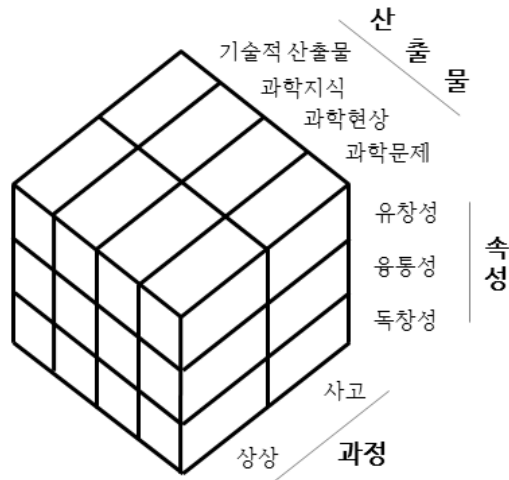
‘창의적 변화 모형’은 개인, 과정, 환경에 영향을 미치는 ‘리더십’을 강조하였으며, Puccio, Murdock, & Mance(2007)는 ‘리더십’이 심리적 환경에 중요한 영향을 미치는 동시에 개인, 과정, 환경이 효과적으로 상호작용할 수 있도록 만드는 데 중요한 역할을 한다고 주장하였다. Isaksen(2007)은 집단 창의성을 위한 리더의 역할을 강조하면서, 리더는 집단의 문화와 풍토에 지대한 영향을 미친다고 주장하기도 했다. 본 연구가 제안하는 ‘과학 학급 창의성’은 학급이라는 집단의 속성을 반영한 개념이므로 ‘리더십’을 중요하게 다룰 필요가 있다. 다만, 학급은 교사와 학생을 구성원으로 갖는 독특한 형태의 집단이며, 교사는 멘토와 롤모델로서 학생의 창의성 발현에 중요한 역할을 담당하므로(Liu & Lin, 2014), ‘교사’의 리더십에 초점을 맞춰 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소를 논의할 필요가 있다.

이제까지 제시한 창의성 모형은 특정 영역을 고려하여 제안된 모형은 아니었으며, 과학, 예술, 수학 등의 영역특수성을 고려하여 개발된 창의성 모형들도 있다.

2) 과학적 창의성 모형

창의성의 영역 특수성에 대해 논의한 많은 연구들은 과학적 창의성과 예술적 창의성을 구별하였다. 대표적으로 Wolpert(1992)는 예술적 창의성은 예술가의 생각과 감정을 반영하여 매우 개인적이나 과학적 창의성은 내적 일관성과 자연을 이해하려는 노력, 그리고 기존 지식에 의해 제한을 받는다고 주장하면서 과학자들은 특정 사례보다 일반화에 관심이 있으나 예술가들은 독특하고 내적인 경험을 중시한다고 밝혔다. Kaufman & Baer(2005)는 창의성의 영역에 대해 논의하면서 예술적 창의성(시, 소설, 시각예술, 음악, 댄스, 연기)과 과학적 창의성(심리학, 수학, 물리학, 공학, 컴퓨터과학)에 대한 특징을 구별하여 제시하기도 했다.

본 절에서는 과학의 영역특수성을 반영하여 제안된 창의성 모형을 분석하여 타 영역과 구별되는 과학적 창의성의 특징에 대해 논의할 것이다.



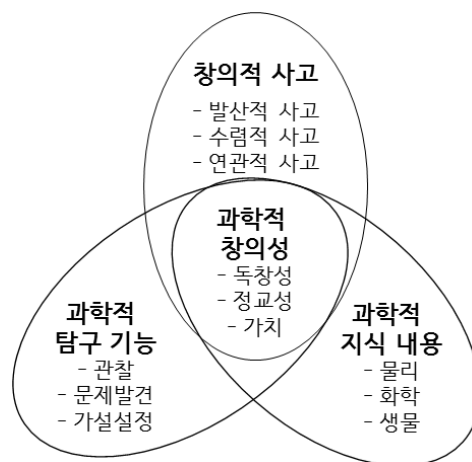
[그림 2-4] 과학적 구조 창의성 모형 (Hu & Adey, 2002)

Hu & Adey(2002)는 ‘과학적 창의성’이 창의적인 과학실험, 창의적인 과학적 문제발견 및 문제해결, 창의적인 과학활동과 밀접하기

때문에 타 영역의 창의성과는 다르며, ‘과학적 창의성’은 과학적 지식과 기술에 의존한다고 주장하면서 ‘과학적 구조 창의성 모형(SSCM: The Scientific Structure Creativity Model)’을 제안했다. [그림 2-4]에서 제시한 것처럼 ‘과학적 구조 창의성 모형’은 ‘속성(유창성, 융통성, 독창성)’, ‘과정(상상, 사고)’, ‘산출물(기술적 산출물, 과학지식, 과학현상, 과학문제)’의 3차원 구조로 구성되어 있다.

‘과학적 구조 창의성 모형’은 과학의 영역특수성을 반영하여 창의적인 ‘개인(속성)’, 창의적인 ‘과정’, 창의적인 ‘산출물’에 대해 제안했으나, ‘환경’과 같은 맥락적 영향을 고려하지 않았다. 또한 개인의 ‘속성’에 대해서도 인지적 측면만을 강조하고 있으며, 인지적 측면 중에서도 발산적 사고만을 강조했다는 비판이 있다(박종원, 2004).

박종원(2004)은 ‘과학적 창의성’은 인지적, 정의적, 환경적 요소를 모두 고려하여 이해할 필요가 있으나, 그럴 경우 연구의 범위가 매우 광범위해진다는 점을 밝히면서 인지적 요소에 초점을 둔 ‘과학적 창의성의 인지적 모형(CMSC: Cognitive Model of Scientific Creativity)’을 제안하였다. [그림 2-5]와 같이 ‘과학적 창의성의 인지적 모형’은 ‘창의적 사고(발산적 사고, 수렴적 사고, 연관적 사고)’, ‘과학적 지식 내용(물리, 화학, 생물)’, ‘과학적 탐구 기능(관찰, 문제발견, 가설설정)’을 구성 요소로 제시하였다.



[그림 2-5] 과학적 창의성의 인지적 모형 (박종원, 2004)

‘과학적 창의성의 인지적 모형’은 과학의 영역특수성을 고려하여 실제 창의적인 과학 활동에 필요한 수렴적 사고와 연관적 사고를 포함시켰으며, ‘과학적 창의성’이 구체적인 과학 탐구활동을 통해 발현된다는 관점에서 과학적 ‘지식 내용’과 ‘탐구 기능’을 강조했다. 이는 ‘과학적 창의성’의 구성요소 중 ‘개인’의 ‘인지적’ 특성을 다각적으로 제시했다는 강점을 지닌다. 그러나 ‘맥락’을 고려하지 않은 채 ‘개인’ 수준의 창의성을 이해하는 데 머물러있다는 한계를 지닌다.

3) 창의성 모형의 특징 및 시사점

이제까지 살펴본 창의성 모형의 구성요소와 특징을 [표 2-4]와 같이 정리하였다. 대부분의 창의성 모형은 창의성의 발현 주체라 할 수 있는 개인의 속성을 요소로 포함시켰으며, 창의성의 맥락을 고려하여 환경의 속성을 요소로 포함시키기도 했다. 일부 모형은 개인이 참여하는 과정을 강조하였으며, 집단 수준의 창의성을 설명하기 위해 리더십을 요소로 포함시키기도 했다. 또한 창의성의 발현 또는 산출물에 해당하는 결과에 앞서 개인과 상황의 상호작용 결과로 나타나는 창의적 행동을 강조하기도 했다.

‘과학적 창의성’을 이해하기 위해 제시된 모형은 많지 않았으며, 대부분이 창의적인 ‘개인’에 초점을 두고 개발되었다. 이는 과학 영역의 특수성이 드러나는 요소만을 강조한 결과로 이해할 수 있다. 그러나 많은 연구자들은 과학 영역의 창의성을 설명하기 위해 영역특수성과 영역일반성을 동시에 고려해야 하며(Ayas & Sak, 2014; Klahr, 2000), ‘개인’과 ‘맥락’의 특징을 통합적으로 이해해야 한다고 주장한다(Saywer, 2011). 본 연구에서는 이상의 논의를 토대로 과학의 영역특수성과 함께 창의성의 영역일반성을 고려하고, ‘개인’과 ‘맥락’의 특성을 모두 반영한 ‘과학 학급 창의성’의 모형을 제안하고자 한다.

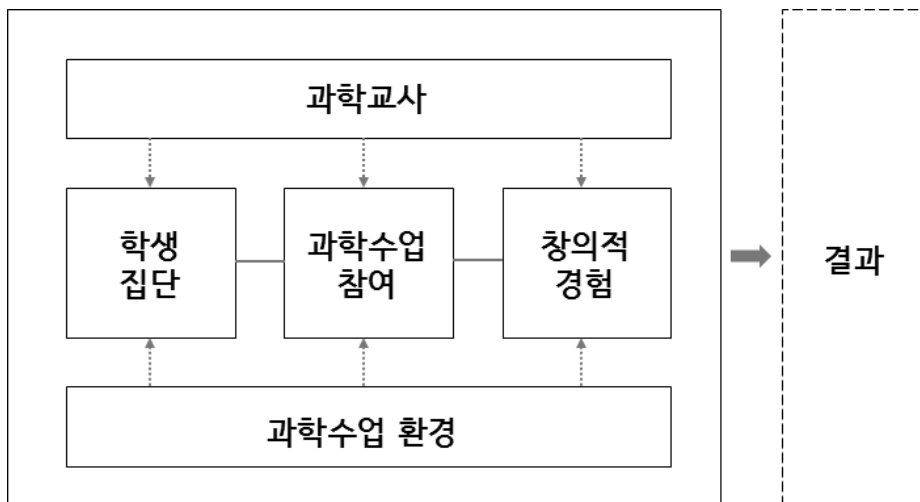
[표 2-4] 창의성 모형의 특징

모형	구성요소	특징
창의성의 ‘시스템모형’ Csikszentmihalyi(1988)	개인, 영역, 분야	-창의성 발현 주체인 ‘개인’을 요소로 포함 -영역 특수성 강조 -창의성을 평가하는 ‘분야’ 제안
창의성의 ‘요소모형’ Amabile(1988, 1996)	내적동기, 영역 관련 기술, 창의적 사고 기술	-개인의 인지적/정의적 특성 강조 -영역특수성/영역일반성 포함
창의적 행동의 상호작용 모형 Woodman & Schoenfeldt(1990)	선행조건, 인지능력, 정서, 맥락적 영향, 사회적 영향, (행동)	-선행조건(과거학습경험 등) 강조 -개인의 ‘인지능력’과 ‘정서’ 구별 -맥락적/사회적 영향 구별 -잠재적인 창의성 발현에 해당하는 창의적 ‘행동’ 강조
창의성의 ‘생태학적 접근모형’ Isaksen, Puccio, & Treffinger(1993)	개인특성, 창의적 문제해결과정 (CPS), 산출물, 상황, 과제	-창의성의 ‘과정’으로서 ‘창의적 문제해결과정(CPS)’ 강조 -과제의 특징 강조
창의적 변화 모형 Puccio, Murdock, & Mance(2007)	개인, 과정, 산출물, 환경, 리더십	-집단 수준의 창의성 설명 -‘리더십’ 강조
과학적 구조 창의성 모형 Hu & Adey(2007)	속성, 과정, 산출물	-발산적 사고를 중심으로 개인의 인지적 ‘속성’ 강조 -과학의 영역 특수성 반영
과학적 창의성의 인지적 모형 박종원(2004)	창의적 사고, 과학적 지식 내용, 과학적 탐구기능	-발산적/수렴적/연관적 사고 제안 -과학적 ‘탐구 기능’ 강조 -과학적 ‘지식 내용’ 강조

4) ‘과학 학급 창의성’ 모형 논의

이상의 논의를 바탕으로 본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’의 기본 모형을 [그림 2-6]과 같이 제시하면서, ‘학생집단’, ‘과학수업 참여’, ‘과학수업 환경’, ‘과학교사’, ‘창의적 경험’의 다섯 가지 구성요소를

제안하고자 한다. 먼저 창의성의 ‘시스템 모형’ 등을 참고하여 창의성 발현 주체인 ‘학생집단’을 구성요소로 포함시켰다. 또한 창의성의 ‘생태학적 접근모형’과 ‘창의적 변화 모형’에서 강조하고 있는 과정과 환경을 고려하여 ‘과학수업 참여’와 ‘과학수업 환경’을 구성요소로 포함시켰으며, ‘창의적 변화 모형’을 참고하여 ‘리더십’의 역할을 하는 ‘과학교사’의 속성을 구성요소로 제안하였다. 끝으로 ‘창의적 행동의 상호작용 모형’을 참고하여 창의성의 잠재적 결과로서의 ‘창의적 경험’을 구성요소로 포함시켰다.



[그림 2-6] ‘과학 학급 창의성’ 기본 모형 제안

[그림 2-6]에서 제시한 ‘과학 학급 창의성’ 기본 모형은 학급의 구성원인 ‘학생집단’이 ‘과학교사’와 ‘과학수업 환경’의 영향을 받아 ‘과학수업 참여’ 과정을 통해 ‘창의적 경험’을 하는 것과 관련된 속성을 설명하는 모형이다. 본 연구에서는 이를 토대로 보다 구체화된 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 모형을 제안하기 위해 과학수업 상황을 고려한 하위요소를 도출하였으며, 이를 반영하여 ‘과학 학급 창의성 척도’를 개발하였다.

2.3 ‘과학 학습 창의성’의 평가

창의성 평가 연구는 오랜 역사를 가지고 있으며, 창의성을 평가하기 위한 다양한 도구가 개발되어 왔다(Plucker & Makel, 2010). 창의성을 평가하는 방법은 창의성을 어떻게 바라보는가에 따라 다양하게 나타날 수 있으며, 본 절에서는 대표적인 창의성 평가도구를 Sawyer(2011)가 제시한 ‘개인주의적 관점’과 ‘사회문화적 관점’으로 나누어 살펴보고자 한다.

2.3.1 개인주의적 관점에서의 창의성 평가

초기 창의성 평가 연구는 개인의 특성을 측정하기 위한 도구를 개발하는 것을 목적으로 이루어졌으며, 주로 확산적 사고(DT: Divergent Thinking)를 측정하기 위한 검사도구가 개발되었다. 대표적으로 Torrance(1990)가 개발한 ‘창의적 사고력 검사(TTCT: The Torrance Test of Creative Thinking)’는 개인의 확산적 사고를 측정하기 위한 목적으로 개발된 도구로 현재까지도 많은 연구에서 창의성을 측정하기 위한 목적으로 활용되고 있다. 조연순 외(2008)는 개인의 인지적 특성을 측정하기 위한 많은 검사들이 확산적 사고력 측정을 위해 언어나 도형검사를 사용하고 있으며, 이러한 검사만으로는 창의성을 충분히 평가할 수 없다고 주장하기도 했다.

개인의 정의적 특성을 측정하기 위한 목적으로 개발된 평가도구도 있으며, Davis & Rimm(1982)이 개발한 ‘창의적 흥미발견 집단검사(GIFFI: Group Inventory for Finding Interests)’가 대표적이다. GIFFI는 창의적 성격을 평가하기 위한 검사로 독립심, 자신감, 위험감수, 인내심, 모험심, 호기심, 유머, 예술적 흥미를 측정한다(신석기 외, 2007).

Hocevar & Bachelor(1989)는 창의성을 측정하기 위한 평가도구를 유형별로 나누어 각각의 장점과 단점을 분석하였는데, TTCT와 같이 개인의 인지적 능력을 측정하기 위한 검사는 가장 대중적인 방법으로

창의성이 객관적이라는 장점을 지나나, 창의성의 한 부분만을 측정하고, 지능과 밀접한 관계가 있다고 지적했다(김명희·곽현선, 2005). 또한 GIFFI와 같은 성격검사의 경우, 기존의 창의성 검사가 지니는 해석의 어려움을 해소할 수 있으나, 검사 성격이 명백하여 반응 편중이 나타날 수 있으며, 산출물 검사의 경우, 다수의 평가자가 판단하게 함으로써 신뢰성 있는 산출물 점수를 얻을 수 있으나, 평가를 위한 별도의 개인 프로젝트가 요구된다는 단점을 지적하였다(김명희·곽현선, 2005).

한편 창의성의 영역특수성을 주장하는 연구자들은 영역일반적 관점에서 개인의 특성을 측정하기 위한 목적으로 개발된 검사를 창의성을 판별하는 준거로 사용하는 것에 대해 반대하며(김명희·곽현선, 2005), 특정 영역에서 뛰어난 창의성을 보이는 아동이 창의적 사고 능력 검사에서 높은 점수를 얻지 못한다는 점을 지적하기도 했다(Baer, 1993). 이러한 맥락에서 영역특수성에 기초하여 개인의 창의성을 평가하기 위한 도구들이 개발되었으며, Kaufman(2012)의 ‘창의성 영역 검사(K-DOCS: Kaufman-Domains of Creativity Scale)’가 대표적이다. K-DOCS는 작은 수준의 일상적 창의성을 평가하기 위해 ‘창의성 영역 질문지(CDQ)(Kaufman *et al.*, 2009)²⁾’를 참고하여 개발된 자기평가 검사로서 ‘일상생활’, ‘학문적’, ‘수행(작문/음악)’, ‘과학/공학’, ‘예술적’ 영역에 대한 50문항으로 구성되어 있다. CDQ에서 개별 요인으로 도출되었던 ‘문제해결’이 K-DOCS에서는 ‘학문적’ 창의성과 ‘과학/공학’ 창의성에 포함되었다는 점은 주목할 만하다. 이는 ‘문제해결’이 과학 영역의 특수성을 반영하는 요소일 수 있음을 나타내는 것으로 해석할 수 있다.

과학의 영역 특수성을 반영하여 개인의 창의성을 평가하기 위해 개발된 도구를 살펴보면, Hu & Adey(2002)가 개발한 ‘중등학생을 위한 과학적 창의성 검사(The Scientific Creativity Test for Secondary

2) ‘창의성 영역 질문지(CDQ: Creative Domain Questionnaire)’는 7개의 요인(언어-예술적, 시각-예술적, 기업가적, 대인관계적, 수학/과학, 수행, 문제해결)에 대한 56개 항목으로 구성되어 있다.

School Students)’가 대표적이다. 이 검사는 [그림 2-4]의 ‘과학적 구조 창의성 모형’에 기초하여 개발된 것으로 ‘독특한 활용’, ‘문제발견’, ‘산출물 개선’, ‘과학적 상상’, ‘문제해결’, ‘과학실험’, ‘산출물 디자인’ 등 7개 차원의 문항으로 구성되어 있다. 국내에서는 박인숙·강순희(2012)가 ‘중학생용 과학 창의적 문제해결력 검사’를 개발하였으며, ‘과학 내용’, ‘과학 탐구과정’, ‘사고력’이라는 3차원의 평가틀을 바탕으로 3개 과제에 대한 4개 문항을 개발하여 타당화하였다. 이러한 평가도구는 과학 영역의 특수성을 반영한 ‘확산적 사고 검사’로 이해할 수 있다.

Kaufman, Plucker, & Baer(2008)는 창의성을 평가하는 방법 중 창의성에 관한 영역특수적인 정보를 얻을 수 있는 방법은 ‘합의적 평가 기법(CAT: Consensual Assessment Technique)’이라고 주장했으며, CAT에서 드러난 특징을 분석하면 창의성의 영역특수성을 확인할 수 있다. CAT의 대표적인 사례로서 Lubart & Sternberg(1995)는 다양한 영역에서의 창의적 산출물을 평가하기 위해 글쓰기, 그림 그리기, 광고 만들기, 과학 연구와 관련된 과제를 제시하고 학생들의 창의적 수행 결과를 평가하였다. 글쓰기, 그림 그리기, 광고 만들기 과제에서는 각각의 제목을 제시하고 이에 대한 짧은 글을 쓰거나 그림을 그리거나 광고를 만들게 했다. 그러나 과학 연구와 관련된 과제에서는 학생들이 이전에 접해보지 못했을 과학문제를 제시하고 이를 해결한 결과를 평가하였다. 따라서 ‘문제해결’은 과학 영역의 특수성을 반영한 창의성의 속성으로 이해할 수 있다.

한편 ‘문제해결’은 수학적 창의성에서도 강조하는 특징이다. 이종희·김기연(2007)은 수학적 창의성은 “수학적 문제를 해결하는 상황에서 문제에 대한 해법을 찾기 위해 의식적으로 또는 무의식적으로 끊임 없이 집중하여 통찰을 이끌어내고, 유연한 사고 과정을 통해 생성한 다양한 아이디어와 해결 전략과 최적의 해법을 찾아내고 선별하는 과정에서 발휘되는 모든 지식, 사고, 행동 및 기술(p. 454)”이라고 정의하면서 수학적 창의성과 관련하여 수학적 문제해결은 중요하다고

강조했다. 반면 정현철 외(2002)는 과학적 창의성이 “과학의 기본 지식과 탐구과정 기술을 기반으로 확산적 사고와 비판적 과정을 통해 새로운 문제를 발견하고 적절하고 새로운 해결방법을 발견하는 것(p. 343)” 이라고 정의하면서 과학적 창의성과 관련하여 과학적 문제해결의 중요성을 강조했다. 이를 비교해보면 문제해결과 관련하여 수학적 창의성은 사고과정에 초점을 두는 반면, 과학적 창의성은 과학지식과 과학탐구를 강조하고 있음을 알 수 있다. 이는 과학적 창의성이 다른 영역에 비해 과학적 지식과 기술에 의존하는 특징이 있다고 주장한 연구 결과와도 관련이 있다(Hu & Addey, 2002). 강정하·최인수(2008)는 창의적 성취와 관련된 영역별 요인을 분석했는데, 과학 영역에서는 전문지식, 어려운 과제, 창조의지, 확산적·분석적 사고 등이 도출된 반면, 예술 영역에서는 일상적 지식, 다양한 주제, 즐거움, 민감성 등이 도출되기도 했다(강정하·최인수, 2008).

Beghetto, Kaufman, & Baxter(2011)는 창의성의 수준에 따른 평가 방법을 제시했는데, ‘큰 창의성’은 유명한 인물의 전기나 일화 분석, ‘전문적 창의성’은 전문적 성취에 대한 동료/상사 평가 또는 창의적 산출물 평가, ‘작은 창의성’은 TTCT(Torrance, 1990), 창의적 행동 체크리스트 또는 일상 수준의 산출물 평가, ‘미니 창의성’은 ‘창의적 자기 효능감(CSE: Creative Self-Efficacy)’으로 평가할 수 있다고 제안하였다. CSE는 자신을 얼마나 창의적이라고 생각하는지에 대한 개인적 인식을 가리키는 것으로, 이는 자신의 창의적 능력에 대한 주관적 평가일 뿐 아니라 창의적 행동과도 연관된다(Kaufman, Plucker, & Baer, 2008).

2.3.2 사회문화적 관점에서의 창의성 평가

1990년대 이후, ‘맥락적(context)’인 관점을 강조하며 창의성을 통합적으로 이해하려는 시도가 있었으며(Isaksen, Puccio, & Treffinger, 1993), 창의성과 관련된 인지적, 동기적, 환경적 속성을 모두 포함하여 창의성을 평가하려는 시도가 계속되었다(노풍두 외, 2011). 이러한

관점에서 창의성과 관련된 ‘환경’이나 ‘분위기’ 등을 측정하기 위한 척도가 개발되었으며, 대표적으로 Amabile *et al.*(1996)이 개발한 창의적 작업환경 측정용 ‘KEYS: Assessing the climate for Creativity’, Ekvall(1996)이 개발한 ‘CCQ(Creative Climate Questionnaire)’, Siegel & Kaemmerer(1978)이 개발한 ‘SSSI(Siegel Scale of Support for Innovation)’가 있다(Mathisen & Einarsen, 2004).

먼저 KEYS는 조직의 창의성에 영향을 주는 작업 환경을 평가하기 위한 목적으로 개발되었으며, 창의성을 지원하는 6개의 요인(조직의 격려, 상사의 격려, 작업집단의 지지, 충분한 자원, 도전적 직무, 자유)과 창의성을 방해하는 2개의 요인(조직의 방해, 작업량의 압박), 그리고 2개의 준거 척도(창의성, 생산성)로 구성된다(Amabile *et al.*, 1996). Amabile *et al.*(1996)은 창의성에 대한 이론과 선행연구를 검토하고, R&D 연구자 대상 ‘결정적사건기법(CIT: Critical Incident Technique)’ 설문 결과를 활용한 반구조화된 면담 등을 실시하여 KEYS의 문항을 도출했으며, KEYS는 창의적 환경을 측정하기 위한 척도 중 타당도와 신뢰도가 높은 것으로 평가받고 있다(Mathisen & Einarsen, 2004).

다음으로 CCQ는 조직 내 창의적 풍토를 측정하기 위해 개발되었으며, CCQ가 제안하는 요인은 ‘도전(Challenge)’, ‘자유(Freedom)’, ‘아이디어 지원(Idea Support)’, ‘신뢰/개방성(Trust/Openness)’, ‘역동성/생동감(Dynamism/Liveliness)’, ‘즐거움/유머(Playfulness/Humor)’, ‘토론(Debate)’, ‘갈등(Conflict)’, ‘위험감수(Risk-Taking)’, ‘아이디어 시간(Idea Time)’이다. CCQ의 영어 버전으로 널리 활용되고 있는 SOQ(Situational Outlook Questionnaire)는 9개의 요인으로 구성되어 있으며, CCQ의 요인 중 ‘역동성/생동감’을 제외하고 ‘도전’을 ‘도전과 참여’로 수정하였다(Isaken, Lauer, & Ekvall, 1999). CCQ는 창의성 관련 이론과 연구 리뷰를 통해 추출한 50개의 문항으로 구성되어 있으며, 각각의 요인별로 5개의 문항이 분포되어 있다.

SSSI(Siegel Scale of Support for Innovation)는 혁신적인 조직에 존재한다고 가정되는 조직의 풍토 요인을 측정하기 위해 개발되었으며,

SSSI가 제안하는 요인은 ‘리더십(Leadership)’, ‘주인의식(Ownership)’, ‘다양성 규범(Norms for Diversity)’, ‘지속적 발전(Continuous Development)’, ‘일관성(Consistency)’이다(Siegel & Kaemmerer, 1978). SSSI는 선행연구 분석을 통해 추출한 61개의 문항으로 구성되어 있다. 요인별 문항 분포를 살펴보면, 조직의 리더가 새로운 아이디어의 도입과 개발을 권장하며, 개인의 창의성을 존중하는지를 묻는 ‘리더십’에 대한 문항이 19개, 조직의 구성원들이 주인의식을 가지고 적극 참여하는지를 묻는 ‘주인의식’에 관한 문항이 16개, 다양성에 대한 개방적이고 적극적인 태도에 대해 묻는 ‘다양성 규범’에 관한 문항이 9개, 문제해결을 위한 새로운 대안을 계속적으로 탐색하는지를 묻는 ‘지속적 발전’에 관한 문항이 10개, 조직이 추진하는 과제의 목표와 방법 사이에 모순이 없는지를 묻는 ‘일관성’에 관한 문항이 7개로 구성되어 있다. Siegel & Kaemmerer(1978)는 일반적인 6개 학교에 소속된 1,899명의 교사와 학생, 혁신적인 2개 학교에 소속된 71명의 교사와 학생을 대상으로 SSSI의 타당도와 신뢰도를 확보했다. SSSI는 창의성을 지지하는 조직의 풍토에 대한 조직 구성원의 인식을 측정하기에는 유용한 척도이나, 표본의 다수가 학생이었기 때문에 일반적인 집단 창의성을 측정하기에는 타당도와 신뢰도에 문제가 있다는 지적이 있다(Mathisen & Einarsen, 2004). 그러나 본 연구가 개발하고자 하는 ‘과학 학급 창의성 척도’는 학급의 구성원인 학생을 대상으로 하는 척도이므로 SSSI의 구성요인과 문항을 참고할 필요가 있다.

국내에서도 창의성과 관련하여 척도를 개발하고 타당화한 연구들이 수행되었는데, 본 절에서는 초등학교 고학년에서 고등학교 학생을 대상으로 타당도를 검증한 창의성 척도를 살펴보았다.

먼저 박상범·박병기(2007)는 창의성에 대한 거시적 통합론의 관점에서 4P(개인, 과정, 환경, 산출물)를 바탕으로 ‘창의적 성향·환경·과정 척도(C-DEPs: Creative Disposition, Environment, and Process Scale)’를 개발하였다. C-DEPs는 ‘창의적 성향(민감성/상상력/융통성/유머/자신감/호기심)’, ‘창의적 환경(부모태도/가정지원/학교지원/교사태도)’, ‘창의적

과정(인내/몰입/경험)’의 3개 요인에 대한 56개 문항으로 구성되어 있으며, 초등학교 고학년 학생 221명을 대상으로 타당도와 신뢰도를 확보하였다.

박병기·박상범(2009)은 ‘개인’과 ‘환경’은 끊임없이 상호작용한다는 관점에서 창의적 환경을 측정하기 위한 목적으로 ‘통합 창의성이 내재된 다차원 창의적 환경 척도(ICEMCEs: Integrative Creativity Embedded Multidimensional Creative Environment scale)’를 개발하였다. ICEMCEs는 ‘창의적 가정환경(인지적/정의적/물리적 지지)’, ‘창의적 학교환경(인지적/정의적/제도적/물리적 지지)’, ‘창의적 친구환경(인지적/정의적 지지)’의 3개 요인에 대한 45개 문항으로 구성되어 있으며, 초·중·고 학생 1,152명을 대상으로 타당도와 신뢰도를 확보하였다.

민지연·서은진(2009)은 학생들이 주관적으로 지각한 심리적 환경인 ‘교실 분위기(classroom climate)’를 평가하기 위해 ‘창의적 교실 분위기 척도(CCQ)’를 개발하고 타당화하였다. 해당 척도는 Ekvall(1996)의 CCQ 요인을 참고하여 개발된 것으로 ‘지원’, ‘신뢰’, ‘도전’, ‘즐거움’, ‘의사소통’의 5개 요인에 대한 23개 문항으로 구성되어 있으며, 초등학교 6학년 학생 206명을 대상으로 타당도와 신뢰도를 확보하였다.

조선미(2012)는 일상적 수준의 창의성을 고려하여 학교 환경에 대한 학생의 인식을 분석하기 위해 Mayfield & Mayfield(2010)의 ‘창의적 환경에 대한 인식 척도’를 학교 환경에 맞게 변안하여 ‘창의적 학교 환경에 대한 인식 척도’를 개발하였다. 해당 척도는 ‘창의성 지지’, ‘일 성격’, ‘창의성 방해’의 3개 요인에 대한 9개 문항으로 구성되어 있으며, 초등학교 5, 6학년 학생 203명을 대상으로 타당도와 신뢰도를 확보하였다.

성은현·김누리·박숙희(2014)는 창의적 수업환경을 측정하기 위한 목적으로 ‘고등학생용 창의적 수업환경 척도’를 개발하였다. 해당 척도는 ‘교사의 태도 및 심리적 요인’에 해당하는 4개 문항과 ‘교수학습방법’에 해당하는 5개 문항으로 구성되어 있으며, 고등학생 295명을 대상으로 타당도와 신뢰도를 확보하였다.

[표 2-5] 사회문화적 관점에서 개발된 창의성 관련 척도의 비교

척도		구성요인	특징
Siegel Scale of Support for Innovation(SSSI)	Siegel & Kaemmerer (1978)	리더십, 주인의식, 다양성 규범, 지속적 발전, 일관성	-혁신적인 조직에 가정 되는 풍토 요인 측정
Creative Climate Questionnaire (CCQ)	Ekvall (1996)	도전, 자유, 아이디어 지원, 신뢰/개방성, 역동성/생동감, 즐거움/유머, 토론, 갈등, 위험감수, 아이디어 시간	-조직 내 창의적 풍토 측정
KEYS: Assessing the climate for Creativity	Amabile et al. (1996)	조직의 격려, 상사의 격려, 작업집단의 지지, 충분한 자원, 도전적 직무, 자유, 조직의 방해, 작업량의 압박, 창의성, 생산성	-조직의 창의성에 영향을 주는 작업 환경 측정
창의적 성향·환경·과정 척도 (C-DEPs)	박상범, 박병기 (2007)	창의적 성향, 창의적 환경, 창의적 과정	-거시적 관점에서 창의성 측정
다차원 창의적 환경 척도 (ICEMCEs)	박병기, 박상범 (2009)	창의적 가정환경, 창의적 학교환경, 창의적 친구환경	-창의적 환경 측정
창의적 교실 분위기 평가 척도	민지연, 서은진 (2009)	지원, 신뢰, 도전, 즐거움, 의사소통	-심리적 환경인 교실 분위기에 대한 인식 측정
창의적 학교 환경에 대한 인식 척도	조선미 (2012)	창의성지지, 일 성격, 창의성 방해	-창의적 학교환경 인식 측정 -일상적 창의성 고려
창의적 수업환경 척도	성은현 외 (2014)	교사의 태도 및 심리적 요인, 교수학습방법	-창의적 수업환경 측정

[표 2-5]는 이제까지 살펴본 창의성 관련 척도의 구성요인과 특징을 정리한 것이며, 아직까지 사회문화적 관점에서 영역특수성을 반영하여 창의성 척도를 개발하고 타당화한 연구는 이루어지지 않았다. 이에 본 연구에서는 과학의 영역특수성을 반영하고 학급 구성원과 환경의 상호작용을 고려한 ‘과학 학급 창의성 척도’를 개발하고 타당화하고자 한다.

2.3.3 ‘과학 학급 창의성 척도’ 개발의 필요성

Treffingers(1987)는 창의성 평가의 중요한 목적은 개인이 자신의 장점을 인식하게 함으로써 이를 계발할 수 있도록 돕는 것이라고 주장했다. 같은 맥락에서 김명희·곽현선(2005)은 교육 현장에서 이루어지는 창의성 평가는 학생들의 창의적 잠재능력을 확인하고, 이를 계발할 수 있는 기회를 부여한다고 강조했다. 앞서 살펴본 것처럼 창의성을 평가하는 방법은 창의성의 개념을 어떻게 정의하는가에 따라 다양하게 나타날 수 있으므로, 측정하고자 하는 창의성 개념을 제대로 담고 있는 평가도구를 개발하는 것은 매우 중요하다.

최근의 창의성 연구는 ‘개인주의적’ 관점을 넘어 ‘사회문화적 관점’에서 창의성이 발현되는 다양한 맥락의 특성을 반영하여 창의성을 이해하고 평가하는 것을 강조한다. 또한 영역의 특수성을 반영하여 창의성을 이해하고 평가하려는 시도가 계속되고 있다. 그러나 아직까지 교육 현장에서 적용하고 있는 창의성 평가는 개인 수준에 머물러 있으며, 영역특수성을 반영한 평가도구는 매우 드물다.

특히 과학교육의 목표로서 창의성은 매우 중요하게 다루어지고 있으나, 과학수업이 이루어지는 ‘맥락’을 고려하여 창의성을 정의하고 이를 객관적으로 측정하기 위한 척도를 개발하여 타당화한 연구는 아직까지 이루어지지 않았다. 학교의 과학교육은 ‘학급’이라는 집단 안에서 이루어지기 때문에 학급의 창의적 잠재능력을 확인하고, 이를 계발할 수 있도록 지원하는 평가도구는 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 학교교육의 단위조직인 ‘학급’의 구성원과 맥락의 속성을 다각적으로 평가하고 과학 영역의 특수성을 반영한 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’를 개발하고자 한다. 2.2절에서 살펴본 ‘과학 학급 창의성’의 개념을 고려할 때, 본 연구에서 개발하고자 하는 SCC 척도는 다음과 같은 특징을 지녀야 한다.

첫째, SCC 척도는 ‘과학 학급 창의성’의 결과를 측정하기 보다는 잠재성을 측정한다. Helson(1999)은 창의성 검사만으로는 창의성의

결과를 예측하는 데 한계가 있다고 지적하면서 ‘창의적 잠재성 (creative potential)’과 ‘창의적 산출(creative productivity)’을 구별해야 한다고 주장했으며, Cropley(2001)는 창의성 검사는 창의성 자체에 대한 검사가 아니라 창의적 잠재성에 대한 검사임을 밝히기도 했다. 따라서 SCC 척도는 학급의 창의적 잠재성을 진단하고 평가할 수 있어야 한다.

둘째, SCC 척도는 2.2.2절에서 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소로 제안한 ‘학생집단’, ‘과학수업 참여’, ‘과학수업 환경’, ‘과학교사’, ‘창의적 경험’의 다섯 가지 구성요소를 측정하기 위한 문항으로 구성되어야 한다. 본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하기 위해 각각의 구성요소에 대한 하위요소를 제안할 것이며, 이를 반영한 SCC 척도를 개발함으로써 각각의 요소에 대한 학급의 특징을 분석할 수 있어야 한다.

셋째, SCC 척도의 목적은 ‘과학 학급 창의성’을 점수화하여 학급 간 서열을 정하기 위한 것이 아니며, 학급의 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소별 특징을 프로파일 형태로 평가하고 진단함으로써 ‘과학 학급 창의성’을 계발할 수 있도록 돕는 것이다. 따라서 SCC 척도를 활용하여 과학수업의 개선 방향에 대한 가이드라인을 제공할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 이러한 특징을 갖는 SCC 척도를 개발하기 위해 [그림 1-2]와 같이 Churchill(1979)이 제안한 8단계의 다항목 척도 개발 과정을 참고하여 신뢰도와 타당도를 갖춘 척도를 개발했으며, 이에 대해서는 4장에서 본격적으로 다루도록 한다.

3. 과학 학급 창의성의 개념화

본 장에서는 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하기 위해 ‘과학 학급 창의성’을 구성하는 하위요소를 도출하였다. 이를 위해 과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징, 교사와 학생이 인식한 ‘과학 학급 창의성’ 사례, ‘과학 학급 창의성’이 드러난 과학수업의 특징을 면밀히 분석하였으며, 분석 결과를 토대로 [그림 2-6]에서 제안했던 ‘과학 학급 창의성’의 기본 모형을 발전시켜 ‘과학 학급 창의성’ 구성요소 모형을 제안하였다¹⁾.

3.1 연구방법 및 절차

3.1.1 과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징 분석

1) 분석대상

과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징을 분석하기 위해 ‘국가 교육과정정보센터’(http://ncic.go.kr)에서 제공하는 교육과정 원문을 참고하여 1차부터 2009개정까지 과학과 교육과정 중 ‘창의’를 포함한 문장을 추출하였으며($n = 88$), 문장 속에 포함된 고빈도 단어를 추출하여 해당 단어가 창의성과 관련하여 어떤 의미로 사용되었는지 분석하였다. 과학 교육과정 원문 중 ‘창의’를 포함한 문장만이 창의성과 관련되어 있다고 할 수는 없으나, 창의성의 의미와 특징을 분석하고 이해하기 위해 직접적으로 ‘창의’를 포함한 문장만을 분석대상으로 정했다. 분석대상별로 교육과정, 학교급, 문서체제 요소 등 기본정보를 파악하여 코딩한 결과는 [표 3-1]과 같다. 분석대상의 기본정보는 ‘국가교육과정 정보센터’에서 제시한 분류체계에 근거하여 코딩하였으며, ‘문서체제 요소’의 경우 2009개정 교육과정부터 ‘성격’과 ‘목표’를 하나의 항목으로 통합하여 ‘목표’로 제시했으므로 ‘성격/목표’로 묶어 코딩하였다.

1) 3장에서 사용된 데이터와 일부 내용은 「홍옥수, 송진웅. (2015). 우리나라 과학 교육과정에서 나타난 ‘창의성’의 의미 분석 연구. **교육연구와실천**, 81호.」의 내용을 일부 포함하고 있다.

[표 3-1] 과학 교육과정 분석대상의 기본 정보($n = 88$, 단위: 개)

구분		1-4차	5차	6차	7차	2007개정	2009개정	소계
학 교 급	초	·	·	3	·	5	·	8
	중	·	1	2	·	5	6	14
	고	·	·	3	3	19	41	66
	합계	·	1	8	3	29	47	88
문서 체제 요소	성격/목표	·	1	8	2	15	29	55
	내용영역/기준	·	·	·	·	·	1	1
	교수·학습방법	·	·	·	·	14	14	28
	평가	·	·	·	1	·	3	4
합계		·	1	8	3	29	47	88

우리나라 과학 교육과정에서 ‘창의’라는 단어는 5차 교육과정부터 등장하기 시작했다. 5-7차 교육과정에서는 ‘창의’를 포함한 문장이 10개 미만이었으며, 2007개정 교육과정에서는 29개, 2009개정 교육과정에서는 47개의 문장이 ‘창의’를 포함하고 있었다. ‘학교급’별 문장 분포를 보면, ‘창의’라는 단어는 고등학교 교육과정에서 가장 많이 등장했다. 이러한 특징은 7차 교육과정 이후 계속되었으며, 2009개정 교육과정의 초등학교 과학과 문서에서는 ‘창의’를 포함한 문장이 전혀 없었다. ‘문서체제 요소’별 문장 분포를 보면, 초기에는 ‘성격/목표’에서 창의성에 대한 진술이 많았다. 2007개정 교육과정부터 ‘교수·학습 방법’에서 ‘창의’가 언급되기 시작했으며, ‘성격/목표’ 다음으로 높은 비율을 차지했다. 2009개정 교육과정에서는 ‘내용영역/기준’과 ‘평가’에서도 ‘창의’를 포함한 진술이 포함되었다.

2) 분석절차

과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징을 확인하기 위해 분석 대상 문장($n = 88$)에 포함된 고빈도 단어를 추출하여 창의성과 관련하여 어떤 의미로 사용되었는지 분석하였다. 고빈도 단어를 추출하는 과정에서 문법적으로 자립하여 쓸 수 없는 조사와 의존명사는 제외

했으며, 내용적으로는 교육과정 문서의 특징으로 나타나는 단어(예: 학교, 학생, 교육, 지도, 학습, 내용, 평가)와 교과명에 해당하거나 특정 교과의 학습 주제에 해당하는 단어(예: 과학, 물리, 화학, 지구과학, 생물, 운동, 분자, 지구, 생명)를 제외하고 ‘창의’ 외에 가장 많이 등장한 단어를 명사의 형태로 추출하였다. 이들의 출현 빈도를 Microsoft Word 2010의 ‘탐색’ 기능을 활용하여 분석했다.

분석 결과, 20회 이상 등장한 단어는 19개였다. 이들 중 ‘자연’과 ‘현상’은 ‘자연 현상’으로, ‘사회’와 ‘쟁점’은 ‘사회적 쟁점’으로 기술된 경우가 대부분이었으며, ‘문제’와 ‘해결’은 ‘문제해결’, ‘문제를 해결’, ‘문제를 창의적으로 해결’ 등으로 기술된 경우가 많았으므로 최종적으로 ‘자연 현상’, ‘사회적 쟁점’, ‘문제 해결’을 고빈도 단어로 추출하였다. ‘능력’의 경우 45회 등장했으나, 대부분 ‘탐구’, ‘의사소통’, ‘문제해결’ 등 고빈도 단어로 추출된 다른 단어와 결합하여 다양한 의미로 제시되었으므로 분석에서 제외시켰다. 이로써 최종적으로 15개 단어가 추출되었으며, 추출된 단어의 의미를 확인하기 위해 2.2.2절에서 제안한 ‘과학 학급 창의성 모형’의 다섯 가지 요소(학생집단, 과학수업 참여, 과학수업 환경, 과학교사, 창의적 경험/결과)를 활용하여 빈도수 분석을 실시하였다. 다만, 교육과정은 개별 학생에 초점을 맞춰 기술되었으므로 ‘학생집단’ 대신 ‘학생’을 분석기준으로 정했으며, ‘창의적 경험’은 창의성의 잠재적 결과를 나타내므로 ‘창의적 경험/결과’를 분석기준으로 정했다. 분석기준은 [표3-2]와 같다.

[표 3-2] 과학 교육과정에서 나타난 고빈도 단어 분석기준

범주	조작적 정의
학생	창의성과 관련된 학생의 인지적, 정의적 특성
과학수업 참여	창의성과 관련되어 학생이 참여하는 정신적, 육체적 활동
과학수업 환경	창의성과 관련된 학급을 둘러싼 유·무형적 상황
과학교사	창의성과 관련된 과학교사의 태도 또는 행동
창의적 경험/결과	창의성의 잠재적 결과 또는 산출

분석 결과에 대해서는 과학교육 전문가 2인(과학교육 박사학위 소지자, 과학 교육과정 연구진) 및 과학교사 2인에게 검토를 받아 타당성을 확보했다. 이 과정에서 분석 결과에 대한 이견이 존재하는 단어에 대해 분석기준을 명확히 하는 작업이 이루어졌다. 일례로 ‘개념’의 경우, ‘창의성 발현을 위해 학생 개인에게 내면화된 것’으로 제시된 경우에는 ‘학생집단’으로, ‘수업상황에서 주어지는 학습내용’으로 제시된 경우에는 ‘과학수업 환경’으로 분석한다는 세부기준을 정한 후 이에 근거하여 결과를 정리했다.

3.1.2 교사가 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석

1) 연구설계

‘과학 학급 창의성’의 하위요소를 도출하기 위해 교사가 인식한 ‘과학 학급 창의성’ 사례를 분석하였다. 이를 위해 “과학교육과 창의성”이라는 주제의 교사 연수 프로그램을 개발·운영하였으며, 해당 연수에 자발적으로 참여하고 연구 참여에 동의한 교사를 대상으로 ‘결정적사건 기법(CIT: Critical Incident Technique)’ 설문지를 활용하여 사례를 수집하였다. Flanagan(1954)에 의해 제안된 CIT는 특정 직업에 종사하는 사람이나 그 직업에 대해 잘 아는 사람으로부터 직업현장에서 관찰한 결정적인 일화(critical incident)를 수집하고 분석하여 범주화하는 방법으로(한국교육평가학회, 2004), Churchill(1979)은 척도 개발을 위해 구성개념을 정리하고 문항을 구성하는 과정에서 CIT를 활용할 수 있다고 제안했다. 실제로 Amabile *et al.*(1996)은 KEYS 척도를 개발하는 과정에서 CIT를 활용하여 수집한 일화를 바탕으로 KEYS 척도의 구조적 요인을 도출한 바 있다.

본 연구를 위해 설계된 연수 프로그램 “과학교육과 창의성”은 [표 3-3]에 제시한 것처럼 강연 1시간과 실습 1.5시간으로 구성되었다. 강연 내용은 창의성 개념의 역사적 변화, 창의성의 구성요소 모형, 과학 교육

과정에서 제시된 창의성의 특징을 중심으로 구성하였으며, 실습은 ‘창의성을 높여주는 과학수업 만들기’라는 주제로 CPS 모형을 도입하여 구성하였다. 창의성 교육을 위한 효과적인 접근법으로 평가받고 있는 CPS 모형은 창의적 문제해결을 위해 Osborn(1953)에 의해 제안된 것으로, 많은 연구에 의해 수정·보완되어 활용되고 있다. 본 연구에서는 Parnes(1967)가 제안한 5단계의 Osborn-Parnes 모형을 활용하여 ‘사실 발견(Fact Finding)’, ‘문제 발견(Problem Finding)’, ‘아이디어 발견(Idea Finding)’, ‘해결안 발견(Solution Finding)’, ‘수용안 발견(Acceptance-Finding)’에 이르는 활동을 진행하였으며, 첫 번째 단계인 ‘사실 발견’ 단계에서 “최근 3년 이내 과학수업에서 창의성이 높았다고/낮았다고 평가할 수 있는 인상적인 사례 또는 수업장면”에 대해 구체적으로 기록하고, 해당 사례를 인상적인 사례로 제시한 이유와 해당 사례에 영향을 끼쳤다고 생각되는 요인을 기록하도록 구성한 CIT를 투입하였다([부록 2-2] 결정적 사건기법 설문지 참고). 이후 해당 사례를 분석하고 토론하는 다양한 개별 또는 모둠 활동을 진행하였으며, 이를 통해 자연스럽게 ‘과학 학급 창의성’과 관련된 사례를 수집하여 후보 하위요소를 추출하였다.

본 연구에서 설계한 연수 프로그램의 타당성을 확보하기 위하여 과학교육 전공 교수 1인, 석사학위 소지 중등교사 2인이 프로그램 구성 내용을 검토했으며, 설계된 연수 프로그램이 과학교사에게 적용 가능하다는 합의가 이루어질 때까지 반복적으로 수정하여 타당성을 확보한 후 연수 프로그램을 운영하였다. 본 연구에서 설계한 연수 프로그램의 목적은 ‘과학 학급 창의성’의 하위요소를 추출하기 위한 사례 수집이었지만, 교사들이 ‘과학 학급 창의성’에 대해 생각해보고 본인의 수업에 대한 반성적 사고를 할 수 있는 기회를 제공함으로써 교사의 긍정적 변화를 유발하고자 하였다.

[표 3-3] “과학교육과 창의성” 연수 프로그램의 구성

구분	시간	주요내용
강연	1시간	창의성 개념의 역사적 변화, 창의성의 구성요소 모형, 과학교육과정에서 제시된 창의성의 특징
실습	1.5시간	<p>주제: 창의성을 높여주는 과학수업 만들기</p> <p>[1단계] 사실 발견(Fact Finding) 최근 3년 이내 과학수업 중 가장 창의성이 높았다고 평가할 수 있는 장면과 가장 창의성이 낮았다고 평가할 수 있는 장면을 떠올리고 구체적으로 기록하기 (결정적사건기법 설문지 작성)</p> <p>[2단계] 문제 발견(Problem Finding) 위의 사례를 창의성이 높거나 낮다고 평가한 이유에 대해 생각해보고, 창의성에 긍정적인 영향을 끼쳤다고 판단되는 요인과 부정적인 영향을 끼쳤다고 판단되는 요인 추출하기 (개별활동 → 조별활동 → 조별발표)</p> <p>[3단계] 아이디어 발견(Idea Finding) 과학수업에서 학급 창의성에 영향을 미친다고 판단되는 긍정적인 요인과 부정적인 요인을 목록으로 정리하고, 이를 고려하여 과학 학급 창의성을 높여줄 수 있는 아이디어 고안하기 (그룹스케치 기법 활용)</p> <p>[4단계] 해결안 발견 (Solution Finding) 제안된 아이디어를 평가할 수 있는 기준을 조별로 만들고, 이를 근거로 아이디어를 평가하여 가장 효과적인 해결안 도출하기 (점 투표법 활용)</p> <p>[5단계] 수용안 발견(Acceptance Finding) 선정된 해결안을 과학수업에 적용하기 위해 고려해야 할 사항을 검토하고 구체적인 계획 세우기 (조별토론)</p>

2) 연구참여자

본 연수 프로그램은 서울과 인천 지역을 중심으로 3차례에 걸쳐 자율연수의 형태로 개설되었으며, 연수 참가자 중 연구 참여에 동의한 교사를 연구 참여자로 정했다. 연구 참여자의 분포는 [표 3-4]와 같다.

3차 연수의 경우, 수학·과학교사를 대상으로 연수 프로그램이 개설되었으며, 수학교사들의 응답 중 과학수업과 연관된 사례만을 본 연구의 데이터로 포함시켰다.

[표 3-4] 연구참여자 분포

구분	참여자	성별		학교급			전공	
		남	여	초	중	고	과학	수학
1차	12명	4명	8명	-	4명	8명	12명	-
2차	14명	3명	11명	1명	6명	7명	14명	-
3차	9명	4명	5명	-	4명	5명	6명	3명

3) 자료수집 및 분석

본 연구는 질적 사례연구로 연구자는 3차례에 걸친 연수 프로그램을 운영하면서 자료를 수집하였다. 먼저 연구 참여 의사를 밝힌 교사들에게 구두로 본 연구의 목적과 방법에 대해 설명하였으며, 본 연구에 참여하겠다는 동의를 서면을 통해 얻었다([부록 2-1] 설명서 및 동의서 참고). 연구자는 자료 수집을 위해 연수 참가자들의 동의를 얻어 오디오 녹음을 실시했으며, 연구자가 작성한 현장 관찰일지, 참여자들이 작성한 결정적 사건기법(CIT) 설문지 등을 함께 분석하였다.

수집된 오디오 녹음 자료 및 CIT 설문지 내용은 모두 전사하여 디지털화하였으며, 연구자를 포함한 과학교육 석사학위 소지자 2인이 자료를 반복적으로 읽고 비교하는 과정을 통해 ‘과학 학급 창의성’의 하위요소를 도출한 뒤, 범주화하였다(Merriam, 1998). 먼저 디지털화한 자료를 읽으면서 중요한 내용에 대해 이름을 붙여 분류하는 개방코딩(open coding) 과정을 거쳤다(Strauss & Corbin, 1990). [표 3-5]는 한 교사의 사례 발표를 전사한 자료에서 후보 하위요소를 도출한 사례를 보여준다. 이후 코딩된 후보 하위요소를 2.2.2절에서 제안한 ‘과학 학급 창의성’ 기본 모형의 다섯 가지 요소(학생집단, 과학수업 참여, 과학수업 환경, 과학교사, 창의적 경험)를 기준으로 분류하였다.

[표 3-5] 교사가 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석 예시

오디오 녹음 전사자료 발췌 (A교사의 발표)	후보 하위요소
<p>1 생물이 시간에 식물 스케치를 한다고 한 아이가 가시박을 보여주면서 이게 예쁜데 수학적으로 이름이 없냐고 물어본 거예요.</p> <p>5 사실 저는 그 가시박을 보면서 깜짝 놀랐거든요.</p> <p>8 그 열매가 확대된 걸 보면 수학에서는 케플러-프아송 다면체 중에 작은 별모양 십이면체라는 도형이에요.</p>	
<p>12 학교에 그렇게 많은 가시박이 있었음에도 불구하고 전교에서 그걸 봤다는 것 자체가...</p>	-학생의 관찰력
<p>14 이 아이는 식물을 굉장히 수학적인 관점으로 그걸 봤어요.</p>	-학생의 사고유형 (연관적 사고)
<p>16 저는 그 자리에서 막 정답을 얘기를 해준 것이 아니라 “어디서 이렇게 예쁜 걸 구했니?”라고 감탄만 했어요.</p>	-교사의 긍정적 피드백
<p>17 그리고 나서 애들끼리 이야기를 하게 하니깐 아이들도 “왜 애는 이렇게 생겼을까?” 그 얘기를 계속 한 거예요.</p>	-의사소통이 활발한 분위기
<p>18 그래서 제가 연말에는 그 아이랑 친한 친구들하고 같이 과학탐구 논문까지 쓰게 했거든요.</p>	<p>-교사의 과학탐구 지원</p> <p>-학생주도의 과학탐구</p>
<p>24 그래서 저게 정다면체로 굉장히 중요한 구조고, 생물학적으로 저렇게 자리잡은 이유도 탐구를 통해 밝혀낼 수 있었어요.</p> <p>25 저는 그 아이와 같이 이 활동을 하면서 창의적이라는 게 그냥 간단하게 막 아무 얘기나 할 수 있는 게 아니고 뭔가 이렇게 가치있는 발견을 해야한다고 생각을 해요.</p>	<p>-문제해결</p> <p>-아이디어 도출</p>
<p>27 어쨌든 이 아이는 생물 공부도 열심히 하고 있고, 그리고 물리도 물론...</p> <p>28 나중에는 이 모양이 생긴 이유에 대해 밝히면서 애(가시박)가 떨어졌을 때 충격량까지 생각하고 그 아이가 직접 아이디어도 냈고...</p>	<p>-학생의 과학적 개념</p> <p>-학생의 사고유형 (수렴적 사고)</p>
<p>29 아이들은 다른 과목을 연결해서 생각할 수 있는 능력이 있는 것 같아요.</p>	-학생의 사고유형 (연관적 사고)
<p>32 일단 기본적으로 학문적인 깊이는 있는 상태에서 어느 정도 노력할 마음을 가진 학생들이 창의적인 산출을 낼 수 있지 않나 싶기도 하고...</p>	<p>-학생의 과학 관련 지식</p> <p>-학생의 내적동기</p>
<p>34 생물 선생님이 그렇게 끌고 나갔으니까 아이도 관찰하는 능력이 생겼고, 수학교사가 우연찮게 아는 도형이 나왔으니까 아이한테도 수학적으로 굉장히 중요하다는 메시지를 줬고...</p>	<p>-교사의 과학탐구 지원</p> <p>-교사의 긍정적 피드백</p>

주. ‘오디오 녹음 전사자료 발췌’에 표시된 숫자는 문장 번호를 나타냄

3.1.3 과학 수업에서 드러난 ‘과학 학급 창의성’ 특징 분석

1) 연구 설계

실제 과학수업 상황에서 ‘과학 학급 창의성’이 어떻게 드러나는지 확인하고 이와 관련된 하위요소를 도출하기 위해 수업관찰을 실시했다. 과학 영역의 특수성을 고려하여 창의성을 설명하는 모형들은 ‘과학 탐구’ 활동의 중요성을 강조했으며(박종원, 2004; Hu & Adey, 2002), ‘과학적 창의성’의 구성요소로 ‘과학 탐구’ 요소를 포함시킨 연구자들이 많다(Adolf, 1982; Lipps, 1999; 신지은 외 2002). 이에 본 연구에서는 ‘과학 탐구’가 강조된 ‘물리 실험’ 수업을 관찰함으로써 ‘과학 학급 창의성’의 하위요소를 도출하고자 했다. 2009 개정 교육과정에 따르면 ‘물리 실험’은 선택 교육과정의 심화 과목으로 편성되어 있으며, 목표는 다음과 같다(교육과학기술부, 2011).

‘물리 실험’은 물리학에 흥미와 관심이 있는 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 하며, 물리학의 실험을 직접 수행함으로써 물리학의 개념을 확고히 하고, 과학적인 탐구 능력을 함양하기 위한 과목이다. ... ‘물리 실험’은 과학 기술 분야에 종사할 학생들의 흥미, 관심과 학교의 상황을 고려하여 실험 내용을 선정하되, 모든 활동은 개별 또는 모둠별 실험을 통하여 학생 스스로 탐구하도록 한다.

(2009 개정 과학과 교육과정(교육과학기술부 고시 제 2011-361호) 중 발췌)

‘물리 실험’ 강좌의 경우, 과학탐구를 강조한 수업이긴 하나 일반 학교에서 개설하기엔 희망 학생이 많지 않아 개설 자체가 어려운 실정이다. 또한 일반 고등학교에서는 수행평가 외에 학생들이 직접 실험을 하면서 과학 탐구 활동에 참여할 기회가 한 학기에 한 번 정도로 많지 않다. 이에 서울특별시 ‘학교 간 협력 교육과정’을 운영하면서 인근 지역의 고등학생 중 ‘물리 실험’ 과목 수강을 희망하는 학생들을 모아 매주 토요일 5차시씩 ‘물리 실험’ 수업을 운영하고 있으며, 연구자는 해당 수업을 관찰함으로써 ‘과학 학급 창의성’이 드러난 사례를 수집하고, ‘과학 학급 창의성’의 하위요소를 추출하였다.

2) 연구참여자

연구참여자는 M고등학교에서 운영되는 2015년 1학기 ‘물리 실험’ 수업에 참여하면서 본 연구 참여에 동의한 교사 1명과 학생 24명이다. 24명의 학생은 M고등학교를 포함하여 인근지역 7개 고등학교에 소속된 2학년 학생들이었다. 학생들은 총 17주 동안 1주일에 5차시씩 ‘물리 실험’ 수업에 참여하였으며, 수업은 매주 하나의 주제에 대한 강의, 실험, 토론 활동으로 구성되었다. 실험과 토론활동은 3~4명이 자유롭게 모둠을 구성하여 조별로 수행되었으며, 모둠을 구성하는 방법은 학생 자율에 맡겨졌다.

3) 자료수집 및 분석

먼저 연구 참여 의사를 밝힌 교사와 학생들에게 구두로 본 연구의 목적과 방법에 대해 설명하였으며, 서면을 통해 본 연구에 참여하겠다는 동의를 얻었다([부록 3-1], [부록 3-2] 설명서 및 동의서 참고). 특히 본 연구에 참여하는 학생들은 미성년자이므로 보호자에게도 서면 동의를 얻었다([부록 3-3] 학부모용 설명서 참고). 연구의 자료 수집은 크게 수업 관찰, 면담, 그리고 학생들의 학습 결과물을 중심으로 이루어졌다.

본 연구에서는 총 10차시 분량의 과학수업을 분석하였으며, 5차시는 ‘비열’을 주제로 한 수업, 5차시는 ‘굴절률’을 주제로 한 수업이었다. 수업 관찰의 목적은 ‘과학 학급 창의성’이 드러난 구체적인 사례를 수집하고 분석함으로써 ‘과학 학급 창의성’의 하위요소를 추출하는 것이었다. 이를 위해 연구자는 연구 현장에서 일어나는 일에 대해 참여자들과 이야기를 나누는 등 현장의 경험에 관여하는 참여 관찰의 형태로 데이터를 수집하였다. 수업 관찰을 위해 연구 참여자들의 동의를 얻어 2대의 캠코더를 설치하였으며, 1대는 교실 뒤에 설치하여 전체 수업을 촬영하였고, 다른 1대는 포커스 그룹을 중심으로 촬영하였다. 또한 포커스 그룹의 대화를 녹음하기 위한 녹음기 1대와 교사용 오디오 녹음기 1대도 설치하였으며,

녹음한 내용을 전사하였다. 수업을 관찰하는 동안 연구자는 관찰일지를 작성하였으며, 수업 후에는 면담을 실시하여 연구자가 발견한 사례에 대한 교사와 학생의 의견을 수집하였다. 또한 학생들이 수업 중 작성한 실험보고서, 활동지, 수업 후기 등을 수집하여 함께 분석 자료로 활용하였다.

자료 분석을 위해 1차적으로 연구자가 관찰일지, 수업 전사자료, 교사 면담자료, 학생 면담자료, 학습 결과물 등 수집한 자료를 전체적으로 검토하였으며, ‘과학 학급 창의성’이 드러났다고 판단되는 사례를 선택하였다. 이후 연구자를 포함한 과학교육 석사학위 소지자 2인이 연구자가 추출한 사례와 관련된 자료를 반복적으로 읽고 비교하는 과정을 통해 과학수업에서 드러난 ‘과학 학급 창의성’의 특징을 분석하였으며, 이와 관련된 ‘과학 학급 창의성’의 하위요소를 도출하여 범주화하였다(Merriam, 1998). 범주화 과정에서는 ‘과학 학급 창의성’ 기본 모형의 다섯 가지 요소(학생집단, 과학수업 참여, 과학수업 환경, 과학교사, 창의적 경험)를 기준으로 후보 하위요소들을 분류하였다.

3.1.4 학생이 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석

1) 연구설계

‘과학 학급 창의성’의 하위요소를 도출하기 위해 학생이 인식한 ‘과학 학급 창의성’ 사례를 수집하여 분석하였다. 이를 위해 “최근 1년 이내 과학수업에서 창의성이 높았다고/낮았다고 평가할 수 있는 인상적인 사례 또는 수업장면”에 대해 구체적으로 기록하고, 해당 사례를 인상적인 사례로 제시한 이유와 해당 사례에 영향을 끼쳤다고 생각되는 요인을 기록하도록 구성한 ‘결정적사건기법(CIT)’ 설문지를 고등학생들에게 투입하였다([부록 4] 결정적사건기법 설문지 참고). 이후 해당 사례에 대한 학생의 의견을 묻는 면담을 진행하면서 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소들을 추출하였다.

2) 연구참여자

연구 참여자는 3.1.3절 ‘과학 수업에서 드러난 과학 학급 창의성 특징 분석’ 연구에 참여한 학생들과 동일하며, M고등학교에서 운영되는 2015년 1학기 ‘물리 실험’ 수업에 참여하면서 본 연구 참여에 동의한 고등학교 2학년 학생 24명이었다. 연구자는 ‘물리 실험’ 수업 관찰을 완료한 후, CIT 설문지를 투입하여 분석하고 일부 학생들과 면담을 진행하였다.

3) 자료수집 및 분석

연구참여자들이 작성한 CIT 설문지와 면담을 중심으로 자료를 수집했으며, 연구참여자들의 동의하에 면담의 전 과정에 대한 오디오 녹음을 실시하였다. 또한 3.1.3절에서 연구자가 작성한 관찰일지와 학생들의 학습 결과물을 참고하여 자료를 해석함으로써 타당성을 확인하였다.

자료분석 과정은 3.1.2절 ‘교사가 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석’ 과정과 동일하게 진행되었다. 먼저 수집된 오디오 녹음 자료 및 CIT 설문지 내용은 모두 전사하여 디지털화하였으며, 연구자를 포함한 과학 교육 석사학위 소지자 2인이 자료를 반복적으로 읽고 비교하는 과정을 통해 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소를 도출한 뒤, ‘과학 학급 창의성’ 기본 모형의 다섯 가지 요소(학생집단, 과학수업 참여, 과학수업 환경, 과학교사, 창의적 경험)를 기준으로 범주화하였다(Merriam, 1998).

3.2 연구결과

3.2.1 과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징 분석

과학 교육과정에서 창의성과 관련하여 강조된 특징을 살펴보기 위해 분석대상 문장($n=88$)에 포함된 고빈도 단어를 추출하여 그 의미를 ‘과학 학습 창의성’의 다섯 가지 구성요소에 따라 분석한 결과가 [표 3-6]에 정리되어 있다.

[표 3-6] 과학 교육과정 주요 단어의 빈도수 분석 결과

연번	단어	빈도수 (문장)	빈도수 (창의성 구성요소)	구성요소에 따른 빈도수				
				학생	과학수업 참여	과학수업 환경	과학 교사	창의적 경험/결과
1	탐구	56	49	6	42	1	0	0
2	문제 해결	55	52	9	4	0	0	39
3	사고력	55	24	1	0	0	0	23
4	이해	31	28	0	28	0	0	0
5	활용	28	27	0	25	0	0	2
6	토론	23	23	0	23	0	0	0
7	흥미	23	21	21	0	0	0	0
8	개념	23	20	18	0	2	0	0
9	지식	22	16	13	0	2	0	1
10	자료	21	21	0	0	21	0	0
11	자연 현상	21	18	0	0	18	0	0
12	사회적 쟁점	20	20	0	0	20	0	0
13	글쓰기	20	20	0	20	0	0	0
14	태도	20	13	13	0	0	0	0
15	의사소통	20	0	0	0	0	0	0

*빈도수(문장): 해당 단어가 분석대상 문장 속에 제시된 빈도수

**빈도수(창의성 구성요소): 해당 단어가 분석대상 문장 속에서 창의성의 구성요소로 제시된 빈도수

과학 교육과정에서 창의성과 관련하여 가장 많이 등장한 단어는 ‘탐구’였으며($n=56$), ‘과학수업 참여’ 과정으로 제시된 경우($n=42$)가 가장 많았다(예: “자연 현상에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 ... 창의적 문제 해결력을 길러...” (2007개정 교육과정 中)). 많은

연구자들은 영역특수적 관점에서 ‘과학적 창의성’은 과학 탐구 활동을 통해 드러난다고 강조하였으며(박종원, 2004; 신지은 외 2002; Adolf, 1982; Hu & Adey, 2002; Lipps, 1999), 이와 유사하게 과학 교육과정에서도 ‘탐구’는 창의성의 ‘과학수업 참여’ 요소로 강조되고 있었다.

다음으로 많이 등장한 단어는 ‘문제 해결’과 ‘사고력’이다($n = 55$). ‘문제 해결’과 ‘사고력’은 ‘창의적 경험/결과’로 제시된 경우가 각각 39회, 23회로 가장 많았다(예: “... 창의력을 기르고, 이를 통해 정보, 수학, 과학 분야의 어려운 문제들을 해결하는 데 적용...”, “창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다” (2009개정 교육과정 中)). 문용린(2010)은 우리나라에서 창의성을 교육의 목표 중 하나로 인식하기 시작하면서 ‘사고력’이나 ‘문제 해결력’을 중심으로 창의성을 규정하는 경향이 있었고, 특히 이러한 분위기는 과학 교육 분야에서 나타났다고 밝힌 바 있다. 이러한 인식이 지속되면서 ‘사고력’과 ‘문제 해결’은 과학 교육과정에서 창의성과 관련된 특징으로 꾸준히 강조되어 왔으며, 특히 창의성과 관련된 ‘경험/결과’로 제시되는 경향이 있었다.

‘이해’는 ‘과학수업 참여’ 과정으로 제시된 경우가 대부분을 차지했다($n = 28$). 과학 교육과정에서 과학적 개념이나 지식을 ‘이해’하는 것은 창의성 발현을 위한 중요한 ‘과정’으로 제시되어 왔다(예: “과학의 기본 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 일상생활의 문제를 창의적이고 합리적으로 해결...” (2007개정 교육과정 中)). ‘활용’ 역시 ‘과학수업 참여’ 과정으로 제시된 경우가 대부분을 차지했다($n = 25$). 주어진 자료를 ‘활용’한 활동에 참여하거나(예: “... 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양...” (2009개정 교육과정 中)), 개인의 지식을 ‘활용’하여 창의성을 발현시키는 것과 관련된 진술(예: “... 창의적, 과학적으로 탐구하는 태도를 기르며, 이를 일상생활의 문제 해결에 활용하는...” (2009개정 교육과정 中))이 과학 교육과정에 포함되어 있었다.

다음으로 많이 등장한 단어는 ‘토론’, ‘흥미’, ‘개념’이었다($n = 23$). ‘토론’은 학생들이 창의적인 사고력을 함양할 수 있는 교수·학습방법으로 자주 제시되었으며, ‘과학수업 참여’ 과정으로 제시되었다($n = 23$). ‘흥미’는 창의적인 ‘학생’의 속성으로 제시된 경우가 가장 많았으며($n = 21$), 자연 현상 및 과학에 대한 학생의 ‘흥미’는 창의성 발현을 위한 중요한 요소로 언급되었다(예: “자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 … 창의적 문제 해결력을 길러” (2007개정 교육과정 中)). ‘개념’ 역시 창의적인 ‘학생’의 속성으로 제시된 경우가 가장 많았으며($n = 18$), 학생의 ‘개념’을 바탕으로 과학과 관련된 문제를 이해하고 창의적으로 해결하는 것과 관련된 진술이 많았다(예: “… 심화된 개념과 탐구 능력을 습득하고, … 창의적 문제 해결력을 기르도록 한다.” (2009개정 교육과정 中)).

‘지식’은 창의적인 ‘학생’의 속성으로 제시된 경우가 가장 많았다($n = 13$). 창의성을 조직 수준에서 바라본 많은 연구들은 개인의 ‘지식’을 창의성 발현의 중요한 조건으로 제시하였으며(Woodman *et al.*, 1993), 과학 교육과정에서도 ‘지식’은 창의성의 중요한 요소로 제시되고 있었다(예: “기본적인 탐구 방법과 과학의 지식을 습득하여 창의적으로 문제를 해결하는 능력을 기르게 한다.” (6차 교육과정 中)).

‘자료’와 ‘자연 현상’도 자주 등장했으며($n = 21$), 창의적인 ‘과학수업 환경’ 요소로 제시된 경우가 각각 21회, 18회로 가장 많았다. ‘자료’와 ‘자연 현상’은 학생에게 주어지는 과제와 성격으로 제시되었으며, 사회적 쟁점에 대한 ‘자료’(예: “사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, … 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.” (2009개정 교육과정 中))와 ‘자연 현상’에 대한 문제 또는 관심이 주로 언급되었다(예: “… 자연 현상 및 첨단기술과 관련된 문제를 창의적으로 해결하려는 태도를 기른다.” (2009개정 교육과정 中)).

‘사회적 쟁점’, ‘글쓰기’, ‘태도’, ‘의사소통’도 자주 등장했는데($n = 20$), ‘사회적 쟁점’은 ‘과학수업 환경’ 요소로, ‘글쓰기’는 ‘과학수업 참여’ 요소로, ‘태도’는 ‘학생’ 요소로 제시된 경우가 각각 20회, 20회,

13회로 가장 많았다. 과학 교육과정에서 ‘창의’를 포함한 문장이 ‘교수·학습방법’에 등장하기 시작한 2007개정 교육과정부터 ‘사회적 쟁점’과 관련된 과학 ‘글쓰기’는 창의성을 위한 교수·학습방법으로 자주 제시되었다. 과학적 ‘태도’는 창의적인 ‘학생’의 속성으로 자주 언급되었으며, ‘의사소통’은 창의성의 요소로 제시된 사례는 없었으나, 글쓰기, 토론 등의 활동을 통해 창의적 사고력과 함께 길러질 수 있는 능력으로 제시되었다(예: “... 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.” (2009 개정 교육과정 中)).

[표 3-7] 과학 교육과정에서 강조된 ‘과학 학급 창의성’ 구성요소별 특징

구성요소	과학 교육과정에서 강조된 특징
학생	개념, 지식, 흥미, 태도
과학수업 참여	탐구, 이해, 활용, 토론, 글쓰기
과학수업 환경	자료, 사회적 쟁점, 자연 현상
과학교사	-
창의적 경험/결과	문제해결, 사고력

[표 3-7]은 과학 교육과정에서 창의성과 관련하여 강조된 특징을 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소별로 나누어 정리한 것이다. 분석 결과, ‘학생집단’ 요소와 관련하여 ‘개념’, ‘지식’과 같은 인지적 특성과 ‘흥미’, ‘태도’와 같은 정의적 특성이 동시에 강조되었다. ‘과학수업 참여’ 요소와 관련하여 학생이 참여하는 ‘탐구’, ‘토론’, ‘글쓰기’와 같은 활동이 강조되었으며, 학생 개인 수준의 ‘이해’와 ‘활용’도 중요하게 다루어졌다. ‘과학수업 환경’ 요소와 관련해서는 과학수업에서 제시되는 과제의 특징만이 나타났는데, 이는 과학 교육과정이 최근 창의성 연구가 강조하고 있는 다양한 환경적 요인을 담고 있지 못한 것으로 해석된다. ‘과학교사’ 요소와 관련하여 강조된 특징은 드러나지 않았으며, ‘창의적 경험/결과’ 요소와 관련해서는 ‘문제해결’과 ‘사고력’이 강조되었다.

3.2.2 교사가 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석

교사가 인식한 ‘과학 학급 창의성’ 사례 분석을 토대로 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소를 도출하고, ‘과학 학급 창의성’의 다섯 가지 요소에 따라 범주화하였다. 본 절에서는 ‘과학 학급 창의성’의 구성 요소별 범주화 결과를 수집한 사례와 함께 정리하여 제시하였다.

1) 학생집단: 과학지식, 사고유형, 내적동기, 흥미

교사들이 경험한 ‘과학 수업 창의성’ 사례에서 ‘학생집단’ 요소와 관련하여 드러난 특징은 ‘과학지식’, ‘사고유형’, ‘내적동기’, ‘흥미’였다.

과학지식

Ryle(1949)은 지식을 ‘명제적 지식(propositional knowledge)’과 ‘절차적 지식(procedural knowledge)’으로 구별하여 제시한 바 있는데, 본 연구에서 교사들이 제시한 사례 속에는 과학 관련 사실이나 개념 등과 관련된 ‘명제적 지식’과 과학탐구 및 실험 방법 등과 관련된 ‘절차적 지식’이 모두 포함되어 있었다. 먼저 명제적 지식과 관련하여 B교사의 사례는 과학수업에서 ‘과학 개념’이 창의성과 관련하여 중요한 역할을 한다는 것을 보여주었다.

<B교사 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

고등영재 수업에서 암모니아 분수를 변형하여 화학분수 실험을 하는데 분수 현상이 잘 나타나지 않았음. 학생들이 스스로 준비실의 도구를 활용하여 문제를 해결하도록 지도했음. 한 모둠에서 한 학생이 $PV=nRT$ 를 떠올리고, 압력(P)을 변화시키기 위해 용해도(n)를 증가시키는 방법을 고안했으나 계속 실패, 또 다른 학생이 온도(T)를 변화시킬 수 있는 방법까지 고안해서 실험을 해냈음. 학생 스스로 문제점을 찾고 (이를) 해결하기 위한 새로운 아이디어를 제시하고 문제를 해결함.

다음으로 C교사의 사례는 학생들이 과학실험과 관련된 절차적 지식이 부족한 채로 진행하는 실험수업은 창의성에 부정적인 영향을 끼칠 수 있음을 보여준다.

<C교사 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

중3 전기 저항 연결 실험에서 계측기 눈금값만으로 결과값인 저항을 계산하고 의미를 찾아내는 실험 수업을 진행함. 학생들은 실험기구를 다루는 방법을 알지 못하고 전기의 개념도 명확하지 않은 상황에서 추상적인 문제풀이로 결과를 도출해야만 했음. 학생들의 이해 수준에 부합하지 않은 실험이기 때문에 실험 과정도 결과도출도 어려웠으며, 새로운 생각을 할 엄두조차 낼 수 없었음

Amabile(1988)은 창의성의 ‘요소모형’에서 ‘영역 관련 기술(domain-relevant skills)’을 구성요소로 제안하면서 하위요소로 사실적, 절차적 ‘지식’을 강조했으며, Woodman, Sawyer, & Griffin(1993)의 조직 창의성 모델에서도 ‘지식’은 성격, 인지적 스타일, 내적 동기부여와 함께 ‘개인의 특성’ 요소로 제시되었다. Csikszentmihalyi(1996)는 창의적인 성취를 위해서는 해당 영역의 ‘지식’을 완전히 습득해야 한다고 주장했으며, Simonton(1988)은 특히 과학 분야에서 창의적인 성취를 이루려면 타 분야에 비해 ‘지식’과 기능의 습득이 중요하다고 강조하기도 했다. 이처럼 많은 연구에서 강조하고 있듯이 ‘지식’은 창의성의 중요한 요소이며, ‘과학 학습 창의성’에 있어 ‘학생집단’의 ‘과학지식’은 중요하게 다루어져야 한다.

사고유형

교사들이 제시한 사례 속에는 학생의 ‘사고유형’과 관련된 진술이 포함되어 있었으며, 교사들은 학생의 ‘사고유형’을 창의성과 관련된 중요한 요인으로 인식하고 있었다. 박종원(2004)은 ‘과학적 창의성의 인지적 모델’을 제안하면서 발산적 사고, 수렴적 사고, 연관적 사고를 과학적 창의성을 위한 사고유형으로 제시하였으며, ‘발산적 사고’에 대해서는 유창성, 융통성, 비관습적 사고를, ‘수렴적 사고’에 대해서는 정합성, 통합성, 단순성을, ‘연관적 사고’에 대해서는 유사성 사고(비유

/은유/귀추)와 비유사성 사고(결합/조합/연결)를 하위요소로 정리하였다. 본 연구에서는 발산적 사고, 수렴적 사고, 연관적 사고가 작용하여 창의성이 드러난 사례들이 발견되었다. 일례로 학생의 연관적 사고가 독특한 아이디어로 이어진 D교사가 제시한 사례는 다음과 같다.

<D교사 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

암의 발병률을 낮추기 위해 배아선택 기술을 적용하는 것에 대한 윤리적 문제의 토론과정에서 한 학생이 '암 치료 기술이 발전하지 않을 것'이라는 부작용을 지적함. 다른 학생들이 미처 인식하지 못한 부작용을 캐치해냈음(독창성). 윤리적인 문제뿐만 아니라 의학기술적인 측면을 결합하여 접근하면서 다른 학생들이 하지 못하는 '희귀한' 생각을 해냄

내적동기

교사들이 제시한 사례 속에는 학생의 ‘내적동기’와 관련된 진술이 포함되어 있었으며, 교사들은 학생의 ‘내적동기’를 창의성과 관련된 중요한 요인으로 인식하고 있었다. 최인수(1998)는 창의적 성취는 ‘내적동기’와 이에 수반하는 열정과 흥미로 인해 나타난다고 주장하였으며, 본 연구에서 드러난 E교사의 사례는 학생의 내적동기와 이에 따른 열정과 흥미가 ‘창의적 경험(문제해결)’으로 이어진 사례를 보여 준다.

<E교사 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

사제동행 E-Book 프로젝트를 위해 열기구엔 카메라를 달아 하늘에서 지구의 모습을 촬영하려는 계획을 세웠음. 프로젝트를 학생들과 함께 준비했으며, 학생들의 자발적 참여로 이루어졌음. 학생들은 과제에 대한 열정과 흥미가 있었기 때문에 자신들이 잘 모르는 분야에 대해 스스로 공부하거나 적극적으로 문의하면서 문제를 해결해나감. 고도가 높아지면서 온도가 낮아지면 카메라에 습기가 차므로 이를 방지하기 위한 방법, 카메라가 들어있는 상자의 이동경로를 예상하기 위해 바람의 방향과 세기를 측정하는 방법 등 문제를 발견하고 해결.

Amabile(1983)은 창의성의 ‘요소모형’에서 창의성의 구성요소로 ‘영역 관련 기술’, ‘창의성 관련 기술’과 함께 ‘내적동기’를 강조하였으며,

Csikszentmihalyi(1996)는 ‘내적동기’를 강조하면서 창의성은 무언가에 완전히 빠져들어 심리적으로 ‘몰입(flow)’되어 있는 상태에서 나타난 결과일 수 있다고 주장했다. Heinzen, Mills, & Cameron(1993)은 과학에 재능이 있는 중학생을 대상으로 연구한 결과, 과학 분야에서 창의적인 학생들은 또래 청소년들에 비해 높은 내적동기를 가지고 있었음을 밝히기도 했다.

흥미

교사들은 학생의 과학에 대한 ‘흥미’를 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었다. 많은 연구자들은 흥미를 ‘개인적 흥미’와 ‘상황적 흥미’로 구별하는데(진경아, 2012), ‘개인적 흥미’는 대상이나 활동과 관련된 개인의 감정이나 가치를 가리키며(Schiefele, 1996), ‘상황적 흥미’는 맥락 의존적이며, 즉흥적이라는 특징을 지닌다(Schraw & Lehman, 2001). 본 연구에서는 학생의 과학에 대한 긍정적인 감정이나 가치로서의 ‘흥미’와, 과학 수업 상황에 대한 맥락 의존적인 ‘흥미’를 모두 포함하는 개념으로서의 ‘흥미’를 ‘학생집단’의 하위요소로 제안하며, 이와 관련하여 F교사의 사례는 과학에 대해 ‘개인적 흥미’가 있는 학생이 과학수업에 대해 ‘상황적 흥미’를 가지면서 창의적인 질문을 제시한 사례를 보여준다.

<F교사 사례, 오디오 녹음 전사자료 발췌>

“개인적으로 저는 원래 밀도 측정하는 실험을 정말 비창의적으로 했어요. ... 그런데 이 학생이 쉬는 시간에 “이렇게 전자저울에다가 물이 담긴 용기를 올리고 물에 뜨는 물체를 넣으면 질량이 더 늘어날까요? 아니면 그대로일까요?” 이렇게 물어보는 거예요. 저는 그냥 “질량은 늘어나지” 그랬는데 이상해서 공통과학 다른 선생님하고 직접 실험을 해봤어요. 실험하기 전에는 교사들 모두 그럴 리 없다고 했는데 제법 무거운 헤어 스프레이 통이나 이런 걸 썼어요. 그랬는데 진짜 안변하는 거예요. 그래서 제가 그 애한테 “선생님이 실험해보니까 진짜 안 변하더라” 그랬어요. 그랬더니 애가 씩 웃으면서 자기가 무슨 부력과 관련된 책을 읽었는데 실험을 하면서 전자저울을 보니까 그런 질문이 떠오르면서 직접 실험해보면 재밌겠다는 생각을 했다는 거예요. 워낙 과학에 흥미가 있는 아이니까 똑같은 실험을 하더라도 질문이 다른 거죠. 저도 오히려 그 아이의 질문에서 배우게 될 때가 많아요.”

‘흥미’란 특정한 주제나 활동에 대해 개인의 호기심을 자극하거나 마음을 끄는 것과 관련된 탐색활동을 의미하는 것으로(윤미선·김성일, 2003), Dewey(1913)는 개인적인 관심으로서 뿐만 아니라 학습에 있어서 이해를 증진하고 자극하는 수단으로서의 ‘흥미’를 강조하기도 했다. ‘흥미’는 학습동기를 유발하여 효과적인 학습을 이끌어낼 수 있으며, ‘흥미’를 내적동기의 일부로 바라본 연구도 있다(Amabile, 1983; Hidi, Renninger, & Krapp, 2004).

2) 과학수업 참여: 이해, 적용, 과학탐구, 친구와의 협력

교사들이 경험한 ‘과학 학급 창의성’ 사례에서 ‘과학수업 참여’ 요소와 관련하여 드러난 특징은 ‘이해’, ‘적용’, ‘과학탐구’, ‘친구와의 협력’이었다.

이해, 적용

교사들은 학습내용을 이해하고 적용하는 과정을 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었다. 3.2.1절 ‘과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징 분석’ 결과에 따르면, 과학 교육과정에서 ‘이해’와 ‘활용(적용)’은 창의성의 ‘과학수업 참여’ 요소로 강조되어 왔으며, 본 연구에서 G교사는 학생들이 학습내용을 의미있게 ‘이해’하고, 학습한 개념을 ‘적용’하는 과정이 없다면 창의성을 기대하기 힘들다고 말했다.

<G교사 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

중간고사 전 진도를 위해 책의 내용을 요약·정리하고 핵심에 밑줄 긋게 하면서 일방적으로 수업을 전달함. 학생들은 교과서의 내용을 의미 있게 이해할 수 없고, 내용과 내용(지식 or 개념)의 연결 또는 개념의 적용·활용 등에 대한 기회를 가질 수 없으므로 창의성을 기대하기 힘들.

조연순(2013, p.1)은 ‘학생 창의성’을 “학습의 내면화와 외현화 과정 속에서 발현되는 학생에게 의미 있고 새로운 발견 및 해석, 또는 새로운 상황에의 적용이나 산출물의 생성”이라고 정의하면서 대부분의 창의성

이론이 지식을 이해하고 적용하는 내면화 과정을 간과해 왔음을 지적한 바 있다. 내면화란 개인의 특성이나 지식을 기반으로 정보를 변형하고 재조직하는 과정으로(Moran & John-Steiner, 2003), 내면화 과정을 통해 학생들의 새로운 발견이나 해석에 해당하는 ‘미니 창의성’이 발현될 수 있다(조연순, 2012).

과학탐구

교사들은 학생이 주도하는 ‘과학탐구’를 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었으며, 특히 학생이 주도하는 ‘과학탐구’ 활동을 강조하였다. [표 3-5]에서 제시했던 A교사의 ‘가시박에 대한 탐구’ 사례는 학생이 주도하여 문제를 발견하고 탐구를 수행하는 일련의 과정을 통해 ‘창의적 경험(문제해결)’이 드러난 대표적인 사례라 할 수 있다. 3.2.1절 ‘과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징 분석’ 결과에 따르면, ‘탐구’는 창의성과 관련하여 과학 교육과정에서 가장 강조된 특징이며, 많은 연구자들이 과학적 창의성은 과학탐구 활동을 통해 발현된다고 인식하고 있다(김지영 외, 2008; 박종원, 2004; Sternberg, 1988).

친구와의 협력

교사들은 ‘친구와의 협력’을 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었다. 본 연구에서 다루는 ‘과학 학급 창의성’은 학급이라는 집단의 창의성이므로 학급을 구성하는 친구와의 협력은 ‘과학 학급 창의성’을 설명하는 데 중요한 요소라 할 수 있으며, H교사 사례는 학생들이 친구와의 협력을 통해 과제를 수행할 수 있도록 설계한 과학수업의 장점을 보여준다.

<H교사 사례, 오디오 녹음 전사자료 발췌>

“모둠수업을 진행하게 되면 보통 누군가 똑똑한 학생 하나가 주인공이 되고 나머지는 따라하는 수업이 되기가 쉬워서 저는 각각 다른 과제를 제시해요. 소화기관에 대한 수업을 한다면 조원 6명에게 서로 다른 장기를 하나씩 담당하게 하는 거예요. 각자 그림을 그리거나 기능을 생각하면서 과제를 수행하는

거조. (중략) 개별로 완성한 과제를 모듬별로 합치면 전체 하나의 과제가 완성될 수 있도록 제시하는 편입니다. 개별과제를 제시할 때보다 훨씬 다양하고 새로운 결과물이 나타나게 되죠.”

최근 사회문화적 관점에서 창의성을 바라보는 연구자들은 창의적 과정 자체가 사회적이기 때문에, 협력적인 성격을 가질 수밖에 없다고 주장했으며(Hämäläinen & Vähäsantanen, 2011), 창의적인 과제 수행을 위해 집단이 과제를 함께 수행하거나 개인의 산출물을 동료가 검토하는 활동이 창의성 발현의 중요한 역할을 한다고 강조하기도 했다(Sawyer, 2011).

3) 과학수업 환경: 과학탐구 자원, 충분한 시간, 도전적 과제, 안정적 공간, 학급 분위기

교사들이 경험한 ‘과학 수업 창의성’ 관련 사례에서 ‘과학수업 환경’ 요소와 관련하여 드러난 특징은 ‘과학탐구 자원’, ‘충분한 시간’, ‘도전적 과제’, ‘안정적 공간’, ‘학급 분위기(의사소통 지향)’였다.

과학탐구 자원

교사들이 제시한 사례 속에는 ‘과학탐구 자원’에 대한 진술이 포함되어 있었으며, 많은 교사들이 과학탐구를 위한 자원의 중요성을 강조했다. 앞서 ‘과학지식’에 대해 설명하면서 제시했던 B교사의 사례에서 학생들이 스스로 준비실의 재료와 도구를 활용하여 탐구실험을 수행할 수 있도록 설계한 것은 ‘과학탐구 자원’의 중요성을 보여주는 것이라 할 수 있다.

최근 창의성을 개인과 환경의 상호작용으로 바라보는 많은 연구들을 창의성을 촉진하는 환경적 요인에 대해 제안하고 있으며, 접근 가능한 충분한 자원은 창의성에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다(Amabile *et al.*, 1996).

충분한 시간

교사들은 과제를 수행하는 데 주어지는 ‘충분한 시간’이 창의성을 위한 중요한 요소라고 인식하였으며, I교사는 한정된 시간에 정답 맞추기 식으로 진행되는 실습형 실험은 창의성과는 상관없다고 주장하기도 했다.

<I교사 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

대부분의 과학실험 시간은 정해진 시간 안에 주어진 목적과 실험방법으로 실험하여 정답 맞추기 식으로 실험결과를 얻어서 기록하는 방식으로 진행됨. 한정된 시간에 이루어지는 실습형 실험은 창의성과 상관없이 암기와 별다르지 않다고 생각함.

‘시간’이 창의성에 미치는 영향과 관련하여 ‘한정된 시간(limited time)’은 창의성을 저해하는 요소로 작용할 수 있으며(Basadur, 1987), 학생들의 집단 창의성 발현을 위해서는 자유롭게 상호작용하기 위한 시간이 필요하다(Chirumbolo, Livi, Mannetti, Pierro, & Kruglanski, 2004).

도전적 과제

교사들은 ‘도전적 과제’를 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었으며, J교사는 ‘과학 학습 창의성’을 위해서는 학생들이 함께 생각하고 고민해서 해결할 수 있는 과제가 주어져야 한다고 강조했다.

<J교사 사례, 오디오 녹음 전사자료 발췌>

“어쨌든 똑똑한 아이가 정답을 캐치할 수 있는 과제는 전체적으로 그 아이의 정답을 베끼는 방식으로 가게 될 것 같아요. 개도 약간 헛갈리게 만드는 한참 생각해야 해결할 수 있는 과제가 잘 모르는 아이도 자기 생각을 말할 수 있게 만들어주는 것 같아요.”

과제의 성격은 창의성과 밀접하게 관련되어 있으며, 특히 ‘도전적 과제’는 창의성에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다(Amabile *et al.*, 1996; Mayfield & Mayfield, 2010).

안정적 공간

교사들은 ‘안정적 공간’을 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었으며, K교사의 사례는 창의성과 관련하여 학생들이 즐겁게 참여할 수 있는 안정적인 공간 연출을 시도한 과학수업의 사례를 보여준다.

<K교사 사례, 오디오 녹음 전사자료 발췌>

“교사의 역할은 교실을 학생들이 즐겁게 참여할 수 있는 안정적인 분위기의 공간으로 만들어주는 거죠. 그래서 저는 멜론 차트 1-10위 음악을 다운 받았다가 학생들이 조별 활동을 할 때 틀어줘요. 그럼 다함께 참여하는 수업이 되고 생각이 자유로워져서 다양한 아이디어가 나오게 되는 것 같아요.”

과학 수업이 이루어지는 공간은 창의성과 밀접한 관련이 있으며, 대면접촉이 가능하고, 개방적이고, 긴장을 완화시킬 수 있는 공간이 창의성을 촉진시킨다고 주장한 연구도 있다(Llyod, 2001).

학급 분위기(의사소통 지향)

교사들은 의사소통을 지향하는 ‘학급 분위기’를 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었으며, L교사는 창의성을 위해서는 모든 학생이 활발하게 토론에 참여하는 분위기가 중요하다고 말했다.

<L교사 사례, 결정적경험기법 설문지 발췌>

미스터리 박스를 이용하여 박스 속에 들어있는 물체를 맞추는 수업을 하는데 아이들의 토론 장면이 인상적. 새로운 가설설정 후 논리적인 이유를 제시하고 학급별로 서로의 아이디어를 발전시켜 답을 찾아가는 과정을 거쳤음. 어떤 의견에 대해서도 비난하지 않는 것을 규칙으로 정했기 때문에 모든 학생들이 활발하게 토론에 참여했으며, 반별로 논리적이면서도 다양한 답을 도출할 수 있었음.

창의성은 서로 다른 개인들의 복잡한 상호작용 속에서 발현되며 (Sawyer, 2003), 특히 수업 상황에서 드러나는 창의성은 교사와 학생 또는 학생 간 상호작용과 밀접한 관련이 있으므로(조연순 외, 2011)

창의성을 지원하고 인정해줄 수 있는 사회문화적 환경은 매우 중요하다(Sternberg & Lubart, 1993).

4) 과학교사: 과학탐구 지원, 적절한 질문, 긍정적 태도

교사들이 경험한 ‘과학 학급 창의성’ 사례에서 ‘과학교사’ 요소와 관련하여 드러난 특징은 ‘과학탐구 지원’, ‘적절한 질문’, ‘긍정적 태도’였다.

과학탐구 지원

‘과학 학급 창의성’과 관련된 교사의 역할에 대해 많은 교사들은 ‘과학탐구 지원’의 중요성을 강조하였다. [표 3-5]에서 제시했던 ‘가시 박에 대한 탐구’ 사례는 교사가 학생의 질문을 진지하게 받아들이고 과학탐구 활동으로 발전시킬 수 있도록 지원함으로써 학생들이 새롭고 가치 있는 결과물을 만들어내는 경험을 할 수 있었던 대표적인 사례라 할 수 있다.

적절한 질문

교사들은 과학교사의 ‘적절한 질문’을 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었으며, M교사의 사례는 교사의 질문이 학생들에게 자신만의 생각을 떠올려볼 수 있는 기회를 제공한 사례를 보여준다.

<M교사 사례, 오디오 녹음 전사자료 발췌>

“산화와 환원 실험을 한다고 하면 나무가 타는 현상 같은 것을 통해서 산화는 확인할 수 있는데... 환원을 눈으로 확인할 수 있는 방법이 잘 없으니까 그런 방법을 고안해 보라고 질문을 던지고 충분한 시간을 주는 거죠. (중략) 교사는 똑같은 수업을 4-5시간 하게 되는데 그러다 보면 지치고 교사가 지치지 않을 수 있는 것도 중요한데 학생들이 자신의 생각을 발표하는 것을 들으면 교사도 거기서 새로운 아이디어를 얻을 수 있고...”

교사의 발문은 학생의 창의적이고 비판적인 사고를 촉진하며 (Cliatt, Shaw, & Sherwood, 1980), 학생들이 과학적 개념을 형성하고 사고를 확장시킬 수 있도록 돕는다(Chin, 2006). 아울러 M교사는 학생들이 제시한 독특한 생각을 통해 교사 자신도 새로운 아이디어를 얻는다고 말했으며, 이는 ‘과학 학습 창의성’의 범위를 교사의 ‘창의적 경험’까지 확장할 수 있는 가능성을 보여준다.

긍정적 태도

교사들은 과학교사의 ‘긍정적 태도’를 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었으며, N교사의 사례는 동일한 내용의 수업을 진행하더라도 교사의 태도가 긍정적인지 부정적인지에 따라 학생의 ‘창의적 경험’에 차이가 있음을 보여준다. Lingard & Hayes(2000)는 교사와 학생의 긍정적인 상호작용이 학생들의 산출물을 향상시켜 성취에 이르도록 돕는다고 주장하기도 했다.

<N교사 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

‘눈에 보이는 온도’라는 주제로 수업을 진행하며, 변온종이의 색깔을 바꿀 수 있는 다양한 방법을 찾아보라고 했을 때, 처음 반(남학생반)에서 수업을 하는데 남학생 한 명이 변색종이 위에 뜨거운 물을 바로 부어서 책상 위를 어지럽게 만들자 수업 초반 학생의 활동을 제지했는데, 그 반에서는 다양한 아이디어가 나오지 않았음. 그 다음 수업부터는 학생들이 제시한 아이디어에 대해 긍정적인 반응을 주었더니 교사가 전혀 기대하지 않은 다양한 시도가 있었음. 지우개로 변온종이를 문질러 마찰열을 발생시키는 등 학생들이 자기가 가지고 있는 다양한 재료를 활용하여 새로운 시도를 했음

5) 창의적 경험: 아이디어 도출, 문제해결

교사들이 경험한 ‘과학 수업 창의성’ 사례에서 ‘창의적 경험’ 요소와 관련하여 드러난 특징은 ‘아이디어 도출’과 ‘문제해결’이었다.

아이디어 도출

교사들은 과학수업에서 창의성이 높았던 사례를 제시하면서 해당 사례를 선정한 이유에 대해 “학생이 새로운 아이디어를 생각해냈기 때문”이라는 응답을 가장 많이 했다. 앞서 제시한 대부분의 사례도 학생이 구상한 새롭고 가치 있는 아이디어와 관련되어 있으며, 교사들은 학생이 창의적인 ‘아이디어를 도출’하는 경험을 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었다. 일부 교사들은 개인이 아닌 ‘모둠’ 활동을 통해 학생들이 아이디어를 도출해 낸 사례를 제시했는데, O 교사의 사례는 모둠 활동을 통해 개인의 아이디어가 모여 새롭고 다양한 결과물이 나타난 사례를 보여준다.

<O교사 사례, 오디오 녹음 전사자료 발췌>

“저는 중학교 3학년 여학생들 대상으로 1학기가 끝날 때쯤에 그 학기에 배웠던 내용을 중심으로 UCC 과학 동영상 만들기 같은 과제를 낸 적이 있었거든요. 제가 창의성이 높다고 생각한 거는 어쨌든 그게 가사를 개사하고 영상으로 표현 하면서 과학적 개념들을 시각화하는 방식들이 굉장히 새롭고 다양하게 나오고... (중략) 어쨌든 이 결과물은 개인의 창의성이 아니고 친구들끼리 생각을 모아서 창의성을 발휘하는 거니까”

문제해결

교사들이 과학수업에서 창의성이 높았던 것으로 제시한 많은 사례들은 학생들의 ‘문제해결’ 경험과 관련되어 있었다. 대표적으로 [표 3-5]에서 제시했던 ‘가시박에 대한 탐구’ 사례는 ‘창의적 경험’으로서 ‘문제해결’의 특징을 보여준다. 3.2.1절 ‘과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징 분석’ 결과에 따르면, 과학 교육과정에서 ‘문제해결’은 창의적인 ‘경험/결과’로 가장 많이 강조되었다. 또한 Lubart & Sternberg(1995)는 합의적 평가기법(CAT)을 활용하여 다양한 영역에서 창의적인 결과에 해당하는 ‘산출물’을 평가할 수 있는 방법을 제시했는데, ‘과학’ 영역에 대해서는 이전에 접했을 가능성이 거의 없는 과학 문제를 제시하고 그 중 2가지 문제를 선택하여 해결하도록 했다

(조연순·성진숙·이혜주, 2008). 이는 ‘문제해결’이 과학의 영역 특수성을 반영한 창의적인 ‘경험’으로 간주될 수 있음을 보여준다.

[표 3-8] 교사의 사례에서 추출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소

구성요소	후보 하위요소
학생집단	과학지식, 사고유형, 내적동기, 흥미
과학수업 참여	이해, 적용, 과학탐구, 친구와의 협력
과학수업 환경	과학탐구 자원, 충분한 시간, 도전적 과제, 안정적 공간, 학급 분위기(의사소통 지향)
과학교사	과학탐구 지원, 적절한 질문, 긍정적 태도
창의적 경험	아이디어 도출, 문제해결

[표 3-8]은 이상의 논의를 통해 교사의 사례에서 추출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소를 보여준다. 본 연구에 참여한 많은 교사들은 연수를 마치면서 과학수업에서 드러나는 창의성에 대한 관심이 높아졌다고 말했으며, 창의성과 관련하여 교사의 역할이 중요하다고 인식했다. 그리고 “교사들이 과학수업에서의 창의성에 대해 이렇게 이야기를 나누는 것 자체가 창의성에 대해 생각해보고 상황을 변화시키는 중요한 계기(O교사의 발표에서 발췌)”가 된다는 의견도 제시하였다.

3.2.3 과학 수업에서 드러난 ‘과학 학급 창의성’ 특징 분석

실제 과학수업 상황에서 ‘과학 학급 창의성’이 어떻게 드러나는지 확인하고, 그 특징을 분석하였다. 분석 결과, ‘창의적 경험’을 기준으로 ‘개인’의 ‘창의적 경험’이 드러난 사례와, ‘집단’의 ‘창의적 경험’이 드러난 사례로 구별할 수 있었다. 이에 본 절에서는 각각의 대표적인 사례를 면밀히 분석함으로써 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소를 추출하였다.

1) ‘개인의 창의적 경험’을 포함하는 ‘과학 학습 창의성’ 사례

본 연구에서 드러난 ‘개인의 창의적 경험’을 포함하는 ‘과학 학습 창의성’ 사례는 강의 형태의 수업 도중 ‘학생주도’ 발문을 통해 관찰되었다. [표 3-9]는 이에 대한 수업장면을 정리한 것이다.

Mehan(1979)은 수업에서 이루어지는 상호작용의 상당수가 교사의 발문(Initiation), 학생의 응답(Response), 교사의 평가(Evaluation) 또는 피드백(Feedback)의 흐름으로 이루어진다고 밝혔으며, 이러한 형태의 상호작용에서는 교사가 주도적인 역할을 담당하게 된다. 조연순 외(2011)는 학교교육 맥락의 창의성을 설명하기 위해 교실 상호작용 분석 체계를 ‘교사주도’와 ‘학생주도’ 범주로 나누어 제시한 바 있다. 이에 따르면 과학수업의 상당 부분을 차지하는 강의 형태의 수업에서 창의성과 관련하여 가능한 상호작용은 ‘교사주도의 질의응답(교사가 발문하고 학생들의 의견이나 생각들이 표현됨)’ 또는 ‘교사주도의 설명(교사 설명에 대한 학생의 질문에 답하거나 운영적 발문을 통해 학생들이 설명하게 함)’ 뿐이다. 그러나 본 연구에서 관찰한 사례는 가장 일반적인 강의 형태의 수업에서 나타난 ‘학생주도의 질의응답’ 상황이었다.

교사는 ‘슬라이드 1’을 소개하면서 “학생들이 실험하게 될 중요한 내용 중 하나”라고 강조하며 열평형 상태에 대해 설명했다. 이후 ‘슬라이드 1’에 대한 설명을 마치고 학생들에게 나눠준 실험보고서 양식을 보면서 질문의 의도를 설명했다(#1). 그러나 S1은 실험보고서 양식을 보지 않고 ‘슬라이드 1’을 한참동안 바라보았다. 그러다가 옆 자리에 앉은 S2에게 평형온도에 도달하는 두 물체의 온도 차이가 다른 이유에 대해 질문했다. S2는 S1의 질문을 듣고 한참동안 ‘슬라이드 1’을 보며 생각하다가 비열 때문일 수 있겠다는 답변을 했다. S1은 S2의 의견에 대해 좋은 생각이라고 답했다.

[표 3-9] ‘개인의 창의적 경험’을 포함하는 ‘과학 학급 창의성’ 사례

시간	카메라 1	카메라2
상황	<p>- 실험보고서 주요내용 -</p> <ul style="list-style-type: none"> 실험목표: 금속의 비열을 측정하고, 여러 가지 금속의 비열이 서로 다를음을 안다. 결론 및 논의 <ul style="list-style-type: none"> 가. 시료의 비열을 구하는 방법을 측정 변수($m_1, m_2, m_3, T_1, T_2, T_3$)를 이용해 제시하시오 나. 열형이 되는 온도(T_3)를 그 온도로 확장한 근거는 무엇인가? 	<p>- 수업자료: 슬라이드 1 -</p> <div data-bbox="768 388 1135 695"> <p>열 평형 상태</p> <p>뜨거운 물체 → 차가운 물체</p> <p>온도</p> <p>평형 온도</p> <p>시간</p> <p>열평형 상태에 도달할 때까지</p> <ul style="list-style-type: none"> 고온의 물체가 잃은 열량 = 저온의 물체가 얻은 열량 열량보존법칙 </div> <p>(교사가 “이게 오늘 여러분들이 실험하게 될 중요한 내용 중 하나예요”라며 자료를 소개한다 (9:25:40))</p>
#1 9:27:52 ~ 9:28:17	<p>(교사가 실험보고서를 보면서 질문의 의도를 설명한다.)</p> <p>T : 실험보고서 (나) 번에 보면 여러분이 실험결과를 보고 ‘이 온도가 평형온도일 거야’에 대해 확정하고 결정한 이유를 쓰는 것이 질문이에요. 알겠습니까? 사실 저렇게 예쁘게 나온다면 논란의 여지가 없을텐데 저렇게 예쁘게 안 나오니까 여러분의 조원들이 합의를 해서 “이 온도가 바로 평형 온도일꺼야”라고 조원끼리 얘기해서 정해야 하는 거죠.</p>	<p>(교사가 설명하는 동안 S1이 슬라이드 1을 한참 쳐다보다가 S2와 대화를 나눈다.)</p> <p>S1: 근데 저기 그래프 있잖아. 평형 온도에 가는 게 왜 둘이 다르지?</p> <p>S2: (S1과 슬라이드를 번갈아 바라보면서 10초 침묵 후)</p> <p>비열 때문 아닐까?</p> <p>S1: 비열? 아, 좋은 생각이다.</p>
#2 9:28:17 ~ 9:28:50	<p>S1: (자리에 앉은 채 손을 들고) 선생님</p> <p>T : 네.</p> <p>S1: 그런데 여기서요. (수업자료를 가리키며) 고온에서</p> <p>T : 네.</p> <p>S1: 평형온도까지 변화한 온도랑 저온에서 평형온도까지 변화한 온도가 다른데 비열 때문에 그런 거예요?</p> <p>T : 네. 맞습니다. 훌륭한 학생이에요.</p> <p>S(다른친구들) : 와!</p> <p>T : 그쵸?</p> <p>S1: 비열이 같으면 같아요?</p> <p>T : 아니요. 다를 수도 있어요. 그 이유는 지금부터 얘기해 줄게요. 훌륭한 학생이에요. (열용량 설명으로 이어짐)</p>	<p>(교사와 S1의 대화를 듣고 있던 S3가 옆 자리에 앉은 S4에게 질문한다.)</p> <p>S3: 무슨 차이가 있다고?</p> <p>S4: (그래프를 가리키며) 고온에서 저온으로 갈 때랑 저온에서 고온으로 갈 때가 다르잖아.</p> <p>S3: 아, 저게 다르다고...</p>

(2015-05-16, 비열 수업 장면 중에서)

그리고 잠시 후, S1은 앞선 교사의 설명과 무관하게 손을 들고 질문을 했다(#2). S1은 자신이 S2에게 했던 질문에 S2가 제시했던 답변을 덧붙여 “고온에서 평형온도까지 변화한 온도랑 저온에서 평형까지 변화한 온도가 다른데 비열 때문에 그런 거예요?”라는 질문을 했다. 교사는 S1의 질문에 “네. 맞습니다.”라고 답하며 훌륭한 학생이라고 칭찬해주었다. 그 학급의 학생들 대다수는 “와!”라고 말하며 ‘슬라이드 1’에 집중했다. 일례로 S3는 교사와 S1의 대화를 듣다가 질문의 내용을 확인하기 위해 옆자리에 있는 S4에게 질문을 하고, S4에 대답을 듣고 내용을 이해하게 된다. 그리고 S1은 비열이 같다면 온도변화가 같은지를 묻는 추가 질문을 하고, 교사는 이에 대한 대답으로 ‘열용량’이라는 새로운 개념을 자연스럽게 설명하였다.

이 상황에서 드러난 ‘과학 학급 창의성’의 특징은 S1이 교사가 설명한 내용을 이해하는 데 집중하는 ‘과학수업 참여’ 과정에서 나타난 ‘미니 창의성’이 친구와의 의사소통을 통해 공유되고 교사와의 의사소통을 통해 확장되면서 학급의 교사와 친구들에게 인정받는(“와!”) ‘작은 창의성’ 수준으로 바뀌었다는 데 있다.

일반적으로 창의성을 연구하는 많은 학자들은 창의성이 새롭고(독창적이고) 유용한(가치 있는) 아이디어나 결과를 산출하는 것과 관련된 속성이라는 데 동의하며, 결과물이 창의적이라는 것은 해당 영역의 전문가들이 그것을 창의적이라고 인정했다는 것을 의미한다고 주장한다(Amabile, 1982). 그러나 학교교육 맥락에서 창의성은 학급의 구성원인 교사와 학생들이 창의적이라고 인정하는 것과 관련된 속성으로 이해할 필요가 있다. 조연순(2012)은 학교 수업에서 드러나는 창의성은 전문가의 입장에서 볼 때는 새롭고 유용하지 않더라도 학생 개인에게는 의미 있고 새로운 발견일 수 있다고 주장한 바 있다. 이러한 맥락에서 [표 3-9]에서 정리한 사례와 같이 ‘과학의 내용을 이해하고 적용하고 표현하는 과정에서 나타난 학생 수준의 새롭고 유용한 생각’은 ‘과학 학급 창의성’이 드러난 사례로 평가할 수 있다.

이제 [표 3-9]가 제시한 사례를 분석하여 ‘과학 학급 창의성’과

관련된 특징을 ‘학생집단’, ‘과학수업 참여’, ‘과학수업 환경’, ‘과학 교사’, ‘창의적 경험’ 요소별로 논의하고자 한다. 먼저 ‘학생집단’ 요소와 관련하여, 사례에 등장한 학생 S1은 과학을 잘하고 싶고, 물리실험을 하고 싶다는 ‘내적동기’가 있는 학생이었다. S1은 매주 토요일 4.5시간씩 이루어지는 ‘물리 실험’ 수업을 듣는 이유에 대해 “과학을 좋아하고 실험도 하고 싶은데, 학교에서는 실험을 한 학기에 한 번 밖에 하지 않고, 그나마 물리 실험은 아예 하지도 않아요.”라고 말했다. 물리 실험을 하고, 과학을 깊이 있게 배우고 싶어서 매주 토요일 실험수업에 참여하고 있는 S1의 내적 동기는 ‘학생집단’ 요소와 관련된 중요한 특징이었다.

‘과학수업 참여’ 요소와 관련하여, S1은 수업에 몰입하여 배운 내용을 이해하려고 노력했다. 교사가 “학생들이 실험하게 될 중요한 내용 중 하나”라고 강조하면서 슬라이드 1을 보여줄 때 S1은 그 내용을 이해하는 데 집중했다. 교사가 해당 슬라이드에 대한 설명을 마친 후에도 한참동안 그 슬라이드에 몰입했고, 그 과정에서 교사가 언급하지 않았던 ‘새로운 발견(열평형에 도달한 두 물체의 온도차이가 다르다)’을 하게 되었다. 수업에 ‘몰입’하여 학습 내용을 ‘이해’하고 ‘적용’하는 과학수업 참여 과정을 통해 학생 수준에서 새롭고 의미 있는 ‘미니 창의성’이 나타난 것이다. 이후 S1은 옆에 앉은 친구에게 질문을 하고, 손을 들고 교사에게도 질문을 했다. 수업시간에 떠오른 생각을 자연스럽게 ‘표현’하는 과정을 통해 S1 개인 수준에서 나타난 새롭고 의미 있는 생각이 학급의 구성원들과 공유되면서 교사와 학생들에게 인정받는 ‘작은 창의성’ 수준으로 발전하게 되었다.

‘과학수업 환경’ 요소와 관련하여, 해당 ‘학급의 분위기’는 중요하게 작용했다. #1에서 S1은 슬라이드 1을 보면서 떠오른 질문(생각)을 친구에게 먼저 이야기 한 후 ‘좋은 아이디어’라는 평가를 받고 교사에게 질문했다. S1은 수업이 진행되는 상황에서 옆에 앉은 친구에게도 교사에게도 자연스럽게 본인이 궁금한 내용에 대해 질문했다. 연구자가 기록한 관찰일지에 따르면 S1 뿐만 아니라 몇 명의 학생이 수업

시간 중에 손을 들고 교사에게 질문하면서 본인의 생각을 표현하는 장면이 있었다. 이러한 모습이 일반적인 과학 교실의 특징이라 보기는 어렵다. 본 수업을 담당하는 과학교사는 면담과정에서 “일반적으로 과학 수업에서 학생들이 질문을 하는 것은 어려워요. 수업 시간에 많은 내용을 다루다 보니까 쫓아가기도 바쁘고 ….”라면서 일반적인 과학 수업의 모습을 이야기했다. 그러나 연구자가 관찰한 수업에서 몇몇 학생들은 비교적 자유롭게 본인의 생각을 표현했으며, 이러한 ‘질문이 허용되는 분위기’의 이유를 S1과의 면담을 통해 확인할 수 있었다.

<S1 사례, 인터뷰 녹음 전사자료 발췌>

R: 그런데 수업시간에 서로 대화도 많이 하고 질문도 많이 하는데... 여기서 말고 그냥 학교 과학 수업에서도 그런 편이야?

S1: 질문을 많이 하긴 하는데요. 애들 있을 때 하지 않고. 따로 가서 질문해요.

R: 음, 근데 여기서는 어떻게 많이 해?

S1: 음, 여기는 좀 편안한 분위기인 것 같아요. 질문하기에. 제가 얘기를 해도 애들이 뭐라 생각을 안 할 것 같아요. 학교에서 하면 애들이 왜 수업 끝났는데 질문 하나고. 공부 열심히 한다고 뭔가 놀려서.

학생은 자신의 생각을 표현하는 과정에서 자신을 둘러싼 학급 구성원을 의식하게 되며, 학급 구성원이 자신의 질문이나 생각의 표현을 수용할 수 있는 분위기라고 판단될 때 생각을 표현할 수 있다. 연구자가 관찰한 수업은 교육과정에 포함되어 있기는 하나, 일반적으로 학교 내에서 개설이 어렵기 때문에 토요일마다 지역 학교의 희망자를 모아서 운영되는 특별한 형태의 수업이었다. 그렇기 때문에 수업에 참여하는 많은 학생들이 S1과 마찬가지로 과학을 더 배우고 싶거나 실험을 하고 싶어서 온 학생들이었고, 학급 내에서 ‘질문을 허용하는 분위기’가 자연스럽게 형성되었다고 볼 수 있다.

이러한 환경을 조성하는 데 있어 ‘과학교사’의 역할은 중요했다. #2에서 S1이 처음 질문하는 상황을 보면, S1이 “선생님”하고 부르자마자 교사는 “네”라고 대답하면서 학생의 의견을 들을 준비가 되어

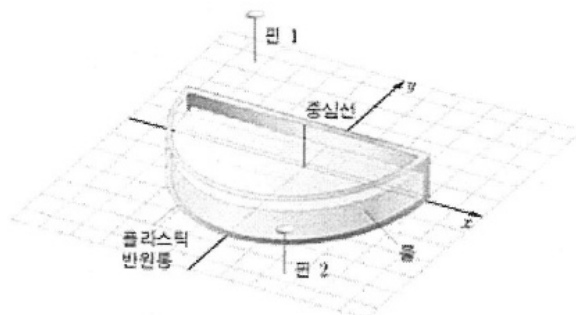
있음을 알려주었다. 그리고 교사가 당시에 설명하던 내용과 다른 내용을 질문하는 S1에게 “네, 맞습니다. 훌륭한 학생이에요.”라는 ‘긍정적인 피드백’을 제시하면서 학생의 질문을 존중하는 모습을 보여주었다. 교사의 이러한 표현은 다른 학생들도 S1의 질문에 대해 관심을 가지게 만드는 역할을 했다. 이는 교사의 피드백 이후, S1의 질문에 대해 관심을 보이지 않았던 S3가 슬라이드를 보면서 S4에게 질문하는 장면을 통해 확인할 수 있었다. 또한 교사의 ‘긍정적인 피드백’이 있자, S1은 “비열이 같으면 같아요?”라며 후속질문을 하였다. 그리고 그 질문은 교사가 ‘열용량’이라는 개념을 자연스럽게 가르치도록 만드는 ‘가치 있는’ 질문의 역할을 했다. Kaufman & Beghetto(2010)는 교사의 피드백이 학생들의 창의성을 ‘미니 창의성’에서 ‘작은 창의성’으로 발전시키는 데 중요한 역할을 한다고 강조했으며, 본 사례는 이를 단적으로 보여주었다.

2) ‘집단의 창의적 경험’을 포함하는 ‘과학 학급 창의성’ 사례

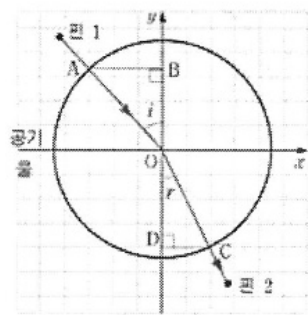
Woodman, Sawyer, & Griffin(1993)은 집단 창의성의 관점에서 조직 창의성(organizational creativity)을 제안하면서, “조직 창의성은 복잡한 사회 시스템 안에서 함께 일하는 개인이 모여 새롭고 가치 있는 절차, 서비스, 아이디어, 과정 등을 만들어내는 것”이라고 정의했다. 집단 창의성에 관심을 갖는 많은 연구들은 집단에 속한 개인들이 공동으로 만들어내는 집단 수준의 창의적인 결과에 관심을 기울인다. 본 연구에서는 모둠 형태로 진행되는 과학실험 활동 중 학생들이 공동으로 보고서를 작성하는 과정에서 집단의 ‘창의적 경험’이 관찰되었다. 다음은 해당 수업 상황에 대한 전반적인 설명이다.

연구자가 관찰한 수업의 주제는 “굴절의 법칙과 전반사”였으며, 이에 대한 강의식 수업 이후 학생들은 “물과 글리세린의 굴절을 비교 실험”을 모둠별로 수행하였다. 각각의 모둠은 3~4명으로 구성되었으며, 모둠은 학생들이 자유롭게 구성할 수 있었다. 학생들은 실험을 수행한

후에 실험보고서를 작성하여 제출해야 했다. 실험보고서는 2종으로 구성되어 있었는데 첫 번째 보고서에는 ‘(1)실험 목표’, ‘(2)준비물’, ‘(3)이론적 배경’, ‘(4)실험방법’이 제시되어 있었으며, ‘(5)실험 결과’는 학생들이 측정한 데이터를 기록하고 계산할 수 있도록 빈 칸을 포함한 표 형식으로 제시되었다. 두 번째 보고서는 ‘(6)결론 및 논의’에 대한 내용으로 네 가지 질문이 제시되었으며, 학생들이 이에 대한 답을 기록하도록 구성되었다. 제시된 질문 중에는 “반원형 물통을 쓰는 이유에 대해 자신의 생각을 서술하십시오”라는 질문이 있었으며, ‘수업 후기’ 분석 결과, 가장 많은 학생이 이 문제를 해결하는 것이 그 날 수업에서 가장 어려웠다고 응답했다. 교사는 이 문제를 제시한 이유에 대해 “고등학교 일반 실험 수업에서는 시간이 워낙 짧기 때문에 이런 문제를 낼 수조차 없고 대부분의 학생들이 이 문제에 답을 찾지 못해요.”라고 대답했다. 그는 ‘물리 실험’ 수업을 계획할 때는 “학생들에게 스스로 생각하고 친구들과 의견을 교환하면서 답을 찾아가는 경험을 제공하고 싶어서” 학생들이 바로 답할 수 있는 문제보다는 생각을 하고 최선을 다해야 해결할 수 있는 문제를 고민하여 제시한다고 했다.



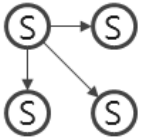
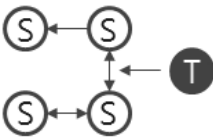
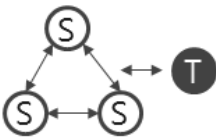
(가) 플라스틱 반원통과 모눈종이



(나) 모눈종이에 선 그리기

[그림 3-1] “물과 글리세린의 굴절률 비교” 실험보고서에 제시된 그림

[표 3-10] 반원형 물통을 사용하는 이유와 관련된 문제를 해결하는 과정에서 나타난 모둠별 특징

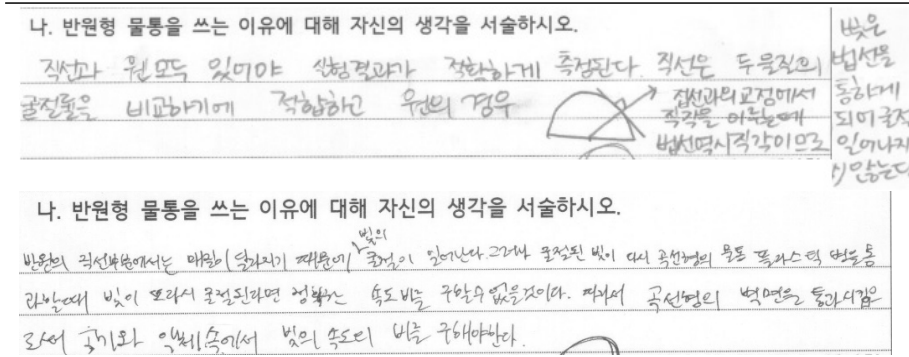
구분	A조	B조	C조
상호작용 형태 및 특징 (S: 학생, T: 교사)	 <ul style="list-style-type: none"> -리더존재 -일방적 의사소통 	 <ul style="list-style-type: none"> -리더부재 -활발한 의사소통 -교사의 일방적 피드백 	 <ul style="list-style-type: none"> -리더부재 -활발한 의사소통 -교사의 격려자 역할
논의시간	5분	23분	14분
문제해결 결과	-반원형의 경계면에서 빛의 진행방향이 법선과 일치하기 때문에 굴절각이 0이 됨	-삼각형 물통이라면 싸인(sin) 값을 계산할 때 빔변의 길이가 달라짐 -삼각형 물통이라면 반사가 일어날 수 있음	-직선 부분에서는 매질이 달라지면서 굴절 발생 -반원형 부분에서는 법선 방향으로 빛이 진행하므로 굴절이 일어나지 않음

연구자는 이 문제를 해결하는 3개의 모둠을 관찰했는데 [표 3-10]에 정리한 것처럼 문제를 해결하는 과정에서 나타나는 모둠별 특징이 있었다. 먼저 A조의 경우, 실험수행 및 보고서 작성에 있어 리더 역할을 수행하는 한 명이 눈에 띄었다. 리더 역할을 하는 학생은 실험 과정에 대해 다른 두 학생에게 지시하는 모습을 자주 보였으며, 보고서를 작성할 때도 대부분 리더 역할을 하는 학생이 설명을 해주면 다른 두 학생이 기록하는 모습이 자주 관찰되었다. 반원형 물통을 사용하는 이유에 대한 문제를 해결하는 과정에서도 리더 역할을 하는 학생이 문제를 읽고 잠시 생각을 하면서 혼자 답을 기록해 나갔고, 옆에 있는 친구들은 그 내용을 보면서 자신들의 보고서에 기록하는 모습을 보였다. 리더 역할을 하는 학생이 보고서에 기록한 답은 “반원형의 경계면에서 빛의 진행방향이 법선과 일치하기 때문에 굴절

각이 0이 됨”이었으며, 이는 교사가 의도했던 답과 일치하는 내용이 었다. 다른 학생들이 보고서 기록을 마치자 리더 역할을 수행하는 학생은 이 내용에 대해 설명하는 모습을 보였다. 수업에서 가장 만족 하는 부분과 어려웠던 부분을 기록하는 ‘수업 후기’ 분석 결과, A조 학생 중 이 문제에 대해 언급한 학생은 아무도 없었다. 다만 “오늘 수업에서 본인 또는 본인이 속한 모둠이 창의적인 아이디어를 제시한 사례”를 묻는 질문에 대해서는 한 학생이 “모둠에서 명수(가명, 리더 역할)가 원형에서는 굴절이 안 일어난다고 함”이라고 적었으며, 이 상황을 창의적이라고 생각하는 이유에 대해서는 “명수가 그림으로 잘 설명해 주어서”라고 적었다. A조의 학생들은 교사가 이 문제를 출제한 의도처럼 “친구들과 의견을 교환하면서 답을 찾아가는 경험”을 하지는 못한 것으로 판단된다.

B조의 경우, 리더 역할을 하는 학생은 없었다. 다만 소극적으로 참여하는 학생 한 명이 있었으며, 전반적으로는 활발한 의사소통을 통해 실험 수행 및 보고서 작성을 진행했다. 반원형 물통을 사용하는 이유에 대한 논의 과정에서 한 학생이 “삼각형 물통은 왜 안 될까?”라는 질문을 했으며, 이후 대부분의 논의는 삼각형 물통에 초점을 맞추어 진행되었다. 논의를 진행하다가 어려움을 느낄 때는 교사에게 질문했으며, 교사는 정답을 알려주기보다는 논의의 수준을 확장하기 위한 질문이나 설명을 제시했다. 그러나 교사의 피드백에 대해 학생들이 새로운 의견을 제시하거나 논의가 깊어지는 모습은 발견되지 않았다. B조가 이 문제를 해결하기 위해 논의한 시간은 23분으로 연구자가 관찰한 모둠 중 가장 많은 시간을 사용했다. B조에 속한 학생들이 보고서에 기록한 답의 주요내용은 “삼각형 물통이라면 싸인(sin) 값을 계산할 때 빗변의 길이가 달라짐”과 “삼각형 물통이라면 반사가 일어날 수 있음”이었다. 이는 해당 문제가 의도했던 답은 아니 었다. 수업에서 가장 만족하는 부분과 어려웠던 부분을 질문하는 ‘수업 후기’ 분석 결과, B조 학생 4명 중 3명이 반원형 물통을 사용하는 이유를 묻는 질문이 가장 어려웠다고 답했다. B조의 경우 친구

들과 의견을 교환하면서 답을 찾아가기 위해 노력했으며, 이 과정에서 학생들은 자신의 경험이나 지식을 공유하기도 했다. 그러나 B조가 제시한 문제해결 결과는 학생들의 입장에서 새로울 수는 있지만 유용한 결과는 아니었다.



[그림 3-2] 반원형 물통을 쓰는 이유를 기록한 C조 학생(S1, S3)의 보고서

C조의 경우 B조와 마찬가지로 리더 역할을 하는 눈에 띄는 학생이 없었다. 대신 모둠 구성원 3명이 모두 활발하게 의사소통을 하면서 실험 수행 및 보고서 작성을 위한 논의에 참여했다. 또한 문제를 해결하는 과정에서 어려움을 겪을 때는 교사에게 도움을 구했는데, 교사는 학생들의 질문에 대한 답을 제시하기보다는 격려자의 역할만 담당했다. C조의 학생들이 이 문제에 대해 논의한 시간은 14분이었다. C조에 속한 학생들이 보고서에 기록한 답의 주요내용은 “직선 부분에서는 매질이 달라지면서 굴절 발생”과 “반원형 부분에서는 법선 방향으로 빛이 진행하므로 굴절이 일어나지 않음”으로 교사가 의도한 답과 일치하는 내용이었다. 특히 C조는 직선과 반원형의 역할을 모두 제시했는데 학급 전체에서 반원형 물통을 구성하는 직선의 역할을 언급한 조는 C조 뿐이었다. C조의 학생들은 ‘수업 후기’에서 “오늘 수업에서 본인 또는 본인이 속한 모둠이 창의적인 아이디어를 제시한 사례”를 묻는 질문에 대해 3명 모두 반원형 물통을 사용하는 이유를 찾는 과정에 대해 적었으며, 이 과정에서 “친구들과의 토의를 통해 생각을

‘긍정적 피드백’과 같이 작은따옴표로 표시하거나 (사고유형)과 같이 괄호 안에 제시했다.

[표 3-11] ‘집단의 창의적 경험’을 포함하는 과학 학급 창의성 사례

구분	대화내용
#1	<p>S1: 원형 물통을 쓰면 문제가 뭐야?</p> <p>S3: (곰곰이 쳐다보다가) 아 그러네. 공기랑, 공기에서랑 안에 있는 액체에서의 굴절률이 다르니까 그걸 나누려고 반원형 물통 쓰는 거 아니야?</p> <p>S2: 직사각형 쓰면?</p> <p>S3: 뭘 직사각형?</p> <p>S1: 그니까 직사각형을 쓰면 그냥 그대로 나오지 않아?</p> <p>S3: 직사각형? 그니까 반원형 물통 안에는 물질이 들어있고 반원형 물통 밖에는 공기잖아. 그 둘의 굴절률이 다르니까. 매질에서 진행속도가 달라서. 이게 굴절률이 다른 거니까 그걸 보려고 반원형만 쓰는 거 아니야? 직사각형으로 보면 다 물로 보이잖아. 아 뭐라 하지.</p>
#2	<p>S2: (그림을 그리면서) 접선은 이거니까... 접선 방향으로 이렇게 되나?</p> <p>S1: 근데 왜 접선이 왜 나와?</p> <p>S2: 접선이 법선이란 수직이니까...</p> <p>S1: (잠시 멈춘 후) 쌤 왜 그래요?</p> <p>T : (계속 논의하라는 손짓을 하며) 잘하고 있어요</p> <p>S3: 접선의 수직방향이 아니면...</p> <p>S2: (빛이 꺾이는 그림을 그리며) 이렇게 나오면 만날 때 꺾이는 건 너도 알잖아</p> <p>S1: (옆에 있는 선생님을 쳐다보며) 접선의 수직방향으로 나와야 해서?</p> <p>S4: (멀리서) 선생님!</p> <p>T : (S4를 보면서) 잠시만요.</p> <p>(C조를 보면서) 훌륭해요. 접선이 어떤 역할을 하는지만 서로 잘 얘기 해봐요.</p>
#3	<p>S1: 근데 원형이면 왜 안돼?</p> <p>S3: (반원형물통을 두 개 연결한 뒤, 경계면을 가리키며) 보통 원형이면 이게 없잖아. 근데 우리는 공기나 여기 액체 사이에서 얼마나 꺾이는지 그걸 봐야 되는데... 그냥 원이면 이게 다 물인데 굴절이 안돼... 아, 그러니까 비교가 안 돼.</p> <p>S1: 아, 다른 게 비교가 안 된다는 거야? 그럼 일단 직선 부분이 있어야 하는 이유는 그거네. 두 물질 사이를 비교하기 위해서? 그럼 곡선이 있어야 하는 이유를...</p>
#4	<p>T : (전체 학생을 대상으로) 자 11시 반까지 실험보고서를 마무리하도록 합시다.</p> <p>S3: 말도 안 돼. 10분 안에 이걸 다 써야 해.</p> <p>S2: 망했다. 또 급하다.</p> <p>T : 여러분 실험이 오래 걸렸나요? 그럼 5분을 더 줄께요. 35분까지 정리하면 돼요</p> <p>S1: 예!</p> <p>S2: 근데 나 이거 진짜 너무 궁금해.</p>

구분	대화내용
#5	<p>S2: 선생님 그런데 이건 유리잖아요. 유리는 굴절률이 없어요?</p> <p>T : 이건 플라스틱이구요. 엄격하게 얘기하자면... (칠판에 그림을 그리면서) 빛이 여기서 이렇게 와서 여기 사이에서 약간 굴절이 돼서 이렇게 나가요. ... 그런데 사실은 공기로 가는 게 아니기 때문에 약간 오차가 나긴 해요. 그런데 사실 직진한다고 봐도 무방한 거예요.</p> <p>S1, S2, S3: 아~</p>
#6	<p>S1: 근데 곡선이 굴절이 일어나지 않아요? 아닌가?</p> <p>T : 그 얘기는 맞는데... 곡선이라고 다 일어나지 않는 건 아니예요.</p> <p>S1: 원일 때?</p> <p>S3: 원을 무한히 쪼개면 직선이잖아. 그런데 그게 경계면이 되면.</p> <p>S2: 접선과 법선은 90도니까 약간 90도랑 관련 있지 않을까?</p> <p>S1: 그림을 그려보면 뭔가 나오지 않을까?</p> <p>S2: (그림 그린 걸 보여주면서) 아 이거 그거네. 법선이 이거잖아. 법선을 타고 가는거야.</p> <p>S1: 그치. 그러니까 굴절이 일어나지 않는 거구나.</p> <p>S3: 그건가 보다.</p> <p>S2: 맞아요? 아닌가?</p> <p>T : 와! 역시 훌륭한 학생들이었어. 그러니까 직선 부분에서는 오차가 생길 수밖에 없고... 여러분의 논의대로라면 여기서는 오차가</p> <p>S1, S2: 안 나야죠.</p>

(2015-05-23, 굴절률 수업 중 C조의 활동 장면 중에서)

#1에서 C조의 학생들은 원형 물통이나 직사각형 물통을 쓰면 어떻게 될지에 대한 S1, S2의 질문에 S3가 답하는 과정을 거치면서 반원형 물통이 서로 다른 매질의 굴절률을 비교하기에 적합하다는 새로운 ‘아이디어를 도출’하였다. 이 과정에서 주어진 문제를 확장하여 생각한 S1, S2의 발산적 사고(사고유형)가 드러났으며, S3는 “빛이 매질의 경계면에서 굴절하는 현상을 관찰할 수 있다”는 실험의 목적을 실험 방법에 ‘적용’하여 매질을 나누기 위한 목적으로 반원형 물통을 사용한다는 아이디어를 떠올렸다.

<C조의 사례, 인터뷰 녹음 전사자료 발췌>

R: 반원형 물통을 사용하는 이유를 묻는 질문에 대해 얘기할 때, 원이면 안 되는 이유에 대해 말했던 것 같은데... 그 때 상황을 설명해 줄 수 있어?

S1: 그 반원이 딱 보면 곡선도 있고 직선도 있는데 뭔가 그 두 개가 있는 이유를 생각해야 할 것 같아서 곡선만 있는 경우랑 직선만 있는 경우를 비교를 해보면 왜 그걸 쓰는지 알 수 있을 것 같아서 그런 질문을 했어요.

#2에서 S2는 접선을 떠올리면서 대화를 시작했고, 세 명의 학생이 접선과 법선의 특징에 대해 논의를 이어나갔다. 이 사례에서도 S2가 접선을 떠올린 발산적 사고가 계기가 되어 활발한 논의가 전개되었다.

<C조의 사례, 인터뷰 녹음 전사자료 발췌>

S2: 저는 근데 접선이 갑자기 왜 나왔냐면요. S1이 원 얘기를 하니까 등속원 운동이 갑자기 떠올라서. 그걸 말했는데. 갑자기 S1이랑 S3도 같이 접선 이랑 법선이랑 연관시키고.

R: 근데 등속원운동이 왜 떠올랐어?

S2: 그걸 여기(물리 실험 수업) 와서 첫 번째 시간에 배웠어요.

S1: 두 번째.

S2: 두 번째야? 근데 원이 보이니까 접선이 생각났고 친구들하고 얘기하다 법선까지 떠오르게 된 거예요.

#2에서 드러난 중요한 특징 중 하나는 교사의 역할이었다. S1과 S2가 논의 중 선생님에게 질문했을 때, 교사는 답을 주기보다는 논의가 잘 진행되고 있으니 계속 진행하라는 손짓을 보이며, 잘하고 있다는 ‘긍정적 피드백’을 주었다. 또한 C조가 아닌 다른 학생 S4가 멀리서 교사를 불렀으나 바로 S4에게 가지 않고, C조에게 훌륭한다는 칭찬과 함께 접선의 역할에 대해 서로 잘 이야기해보라는 피드백을 준 후 S4에게 갔다. 교사는 C조의 질문에 대해 즉각적인 답을 제시하기보다 격려자의 역할을 담당하면서 C조의 논의가 옳은 방향으로 진행되고 있다는 피드백을 주었으며, C조의 논의를 가치 있는 것으로 인정하고 있다는 신호를 여러 방식으로 제시하였다. 이 과정에서 교사는 학생들이 스스로 새로운 생각을 해낼 수 있도록 지원하는(학생주도 활동 지원) 역할을 담당했다. 또한 아래 학생 인터뷰에서 확인할 수 있는 것처럼 반원형 물통을 사용하는 이유에 대한 질문(적절한 질문) 자체가 학생들이 새로운 아이디어를 제시할 수 있도록 자극하는 역할을 했다.

<C조의 사례, 인터뷰 녹음 전사자료 발췌>

- R: 수업을 관찰해 보면 자유롭게 질문도 하고 토론도 하고, 실험하면서도 문제를 찾아서 얘기하고 그러던데, 이 수업의 어떤 특징이 그런 걸 가능하게 해주는지.
- S3: 선생님이 생각보다 깐깐하시고. 생각해보라고 하시고 답을 안 알려주시고.
- S2: 질문을 해도 먼저 자기 혼자 생각해보라고 하시고
- S1/S3: (웃으면서) 맞아 맞아
- S2: 그러니까 저희가 먼저 생각하고 그렇게 되는 거 같아요.
- S3: 처음 할 때는, 이번에도, 오늘 실험만 해도 별로 안 어려워 보이고 금방 끝날 줄 알았는데, 막상 하고 나니까 생각보다 오차도 많고 생각할 거리도 많고 오차에 대한 요소도 많고. 그리고 아까 반원형 물통은 생각도 안했는데 질문이 나와서.
- S2: 맞아
- S1: 난 진짜 생각도 안했어. 당연히 그냥 쓰는 거지 그랬는데.

#3에서 S1은 원형이면 안 되는 이유에 대해 다시 질문했으며, S3과의 논의를 통해 반원형 물통의 직선 부분의 기능을 정리하는 과정에서 ‘수렴적 사고(사고유형)’가 작용하는 모습을 보여주었다.

#4에서 교사는 실험보고서 제출 시간에 대해 안내하다가 학생들의 요구에 의해 ‘충분한 시간’을 주었으며, 이 과정에서 학생들은 “예!”라는 긍정적인 반응을 보였다. C조의 학생들과 면담하는 과정에서 학생들이 수업 시간의 제약에 대해 느끼는 생각을 확인할 수 있었다.

<C조의 사례, 인터뷰 녹음 전사자료 발췌>

- R: 과학수업 시간에 나만의 생각을 하는 기회가 있어?
- S1: 저는 가끔 하긴 하는데 그 생각을 하면 수업을 놓친다는 말이에요. 그래서 못하겠어요. 그렇게. 여기는 한 주제로 4시간 동안 수업을 하잖아요. 그러니까 한 주제에 대해서 확실히 알 수 있는 거 같아요. 하나의 주제에 대해 40분 안에 다 아는 건 불가능하니까요. 오늘은 굴절률 이런 거 배우면 이거 하나에 대해 집중적으로 알 수 있어서 좋아요.
- R: 근데 얘기를 듣다 보니까. 일반적으로는 실험시간이 제한적이지?
- S3: 40분
- S1: 그리고 40분 안에 다 끝내야 하니까 결과를 정해놓고 실험을 한단 말이에요. 정답이 나와야 만점이니깐 그냥 데이터를 맞춰서 배웠던 것을 생각해서 쓰면 되니까

#4에서 이어진 S2의 발언(“근데 나 이거 진짜 너무 궁금해.”)은 이 문제를 해결하려는 학생의 ‘내적동기’를 강하게 보여주었다.

#5에서 S2는 교사에게 반원형 물통을 통과하는 동안에는 빛이 굴절되지 않는지 질문했고, 교사는 칠판에 그림을 그려가며 적극적으로 설명했다. S2의 질문은 다른 조에서 나오지 않은 질문으로 이 질문 자체도 학생 개인 수준에서는 새롭고 가치 있는 ‘아이디어 구상’으로 평가할 수 있다. 이후 학생들은 교사가 설명한 내용을 ‘이해’하면서 굴절률을 계산하기 위해서는 곡선 부분에서 굴절이 일어나면 안 된다는 사실을 추론해냈다(#6).

#6에서 학생의 질문에 대해 교사는 정답을 제시하기보다는 학생들이 자발적으로 답을 찾아갈 수 있도록 최소한의 피드백을 제시했다. 3명의 학생은 ‘협력적 분위기’ 속에서 계속해서 논의를 전개해 나갔으며, 이 과정에서 접선, 법선, 원의 성질 등 학생의 ‘과학지식’이 활용되었다. 결국 학생들이 스스로 답을 찾아냈을 때 교사는 ‘긍정적 피드백’을 제시했으며, #5에서 설명했던 내용과 연결하여 원형 부분을 통과한 빛의 굴절각이 0이므로 오차가 발생하지 않는다는 사실까지 새롭게 제시했다.

이 문제를 해결하는 과정에서 드러난 C조의 두드러진 특징은 모두의 구성원 모두가 활발하게 의사소통에 참여(의사소통 지향)했다는 데 있다. C조의 구성원들은 서로의 장점을 인정하면서 협력(협력 지향)을 통해 문제를 해결하는 과정 자체를 즐겼으며, ‘과학탐구’ 활동 전반에 주도적으로 참여했다.

<C조의 사례, 인터뷰 녹음 전사자료 발췌>

R: 반원형 원통 질문에서 활발하게 토론해서 답을 찾은 게 인상적이었거든.

S2: S1이 좀 궁금증이 많아요.

S3: 맞아 맞아

S1: (S2를 가리키며) 근데 그럼 애가 좀 알려줘요. 힌트 같은 그런 거를

S2: 그냥 저는 막 생각나는 걸 던지잖아요. 그럼 S1이 “그래서 그런 거구나” 이러면서 혼자 답을 찾아요. 그리고 S3가 아는 게 많아서 또 알려줘요.

...

- R: 너희 조는 가장 좋은 점이 뭐 같아?
 S2: 일단 기본 상식이 많아서 좋아요.
 S1: 그리고 누가 리드를 하거나 그런 느낌은 없고 다 같이 참여하니까, 더 생각을 많이 나눌 수 있는 거 같아요.

이제까지 ‘개인의 창의적 경험’과 ‘집단의 창의적 경험’을 포함하는 ‘과학 학급 창의성’의 두 가지 사례를 분석했으며, 이를 토대로 추출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소는 [표 3-12]와 같다.

[표 3-12] 과학수업 관찰을 통해 추출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소

구성요소	후보 하위요소	
	‘개인의 창의적 경험’ 사례	‘집단의 창의적 경험’ 사례
학생집단	- 내적동기	- 사고유형(발산적, 수렴적) - 내적동기 - 과학지식
과학수업 참여	- 몰입 - 이해/적용 - 생각의 표현	- 이해/적용 - 과학탐구
과학수업 환경	- 학급 분위기 (질문 허용)	- 충분한 시간 - 학급분위기 (협력지향, 의사소통 지향)
과학교사	- 긍정적 피드백	- 긍정적 피드백 - 학생주도 활동 지원 - 적절한 질문
창의적 경험	- 아이디어 구상	- 아이디어 도출 - 문제해결

Bharadwaj & Menon(2000)가 개인과 집단의 창의성 기제를 나누어 제시했던 것처럼 연구자가 관찰한 과학수업 상황에서도 ‘개인의 창의적 경험’과 ‘집단의 창의적 경험’이 드러난 사례를 구별할 수 있었다. 과학수업에 참여하는 학급 역시 집단이라는 점을 고려할 때, 창의성의 잠재적 결과에 해당하는 ‘창의적 경험’을 개인 수준과 집단 수준으로 구별한 것은 타당하며, 두 종류의 ‘창의적 경험’이 모두 발현되는 과학수업을 지향해야 할 것이다.

3.2.4 학생이 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석

본 절에서는 학생들로부터 수집한 ‘결정적사건기법(CIT)’ 설문결과 및 면담 내용을 중심으로 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소를 추출 하였으며, ‘과학 학급 창의성’의 다섯 가지 요소에 따라 범주화하였다. 다만 대부분의 후보 하위요소가 3.2.2절 ‘교사가 인식한 과학 학급 창의성 사례 분석’에서 도출한 요소와 중복되었기 때문에 본 절에서는 이론적 논의는 생략하고, 학생들의 사례를 중심으로 연구결과를 정리 하여 제시하였다. 분석 결과, ‘학생집단’의 속성과 관련된 특징은 드러 나지 않았다.

1) 과학수업 참여: 이해, 적용, 과학탐구, 생각의 표현

학생들이 경험한 ‘과학 수업 창의성’ 관련 사례에서 ‘과학수업 참여’ 요소와 관련하여 드러난 특징은 ‘이해’, ‘적용’, ‘과학탐구’, ‘생각의 표현’이었다.

이해, 적용

학생들은 학습내용을 이해하고 적용하는 과정을 창의성과 관련된 중요한 과정으로 인식하고 있었으며, 이와 관련하여 A학생은 연구자가 관찰했던 ‘비열’ 수업의 사례를 제시했다.

<A학생 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

과학 거점 수업에서 실험을 통해 비열을 구하는 식을 찾았던 것. 실험결과를 주어진 식에 넣어서 확인하는 것이 아니라 실험결과를 이해하고 해석하면서 어떻게 하면 비열을 구할 수 있을지 생각하면서 직접 식을 찾아냄

A학생은 ‘비열’ 수업이 끝나고 제출한 ‘수업 후기’에서도 “오늘 수업에서 본인 또는 본인이 속한 모둠이 창의적인 아이디어를 제시한 사례”를 묻는 질문에 대해 “시료의 비열을 구하는 방법을 알아낸

것”이라고 적었으며, 비열에 대해 배운 내용과 실험을 통해 얻은 데이터만을 활용하여 스스로 식을 찾아낸 과정이 의미 있었다고 답했다.

연구자가 관찰한 ‘비열’ 실험은 금속 시료를 열량계에 넣은 후 물의 온도 변화를 관찰하고, 가로축을 시간, 세로축을 온도로 하는 그래프를 그린 후 열평형이 되는 온도를 정하는 실험이었다. 이 과정에서 학생들은 측정변수인 열평형이 되는 온도(T_3), 물의 질량($m_2 - m_1$), 시료의 질량(m_3), 물의 온도(T_1), 시료의 온도(T_2)를 이용하여 시료의 비열을 구하는 식을 도출해야 했다. A학생은 면담 과정에서 일반적으로 과학실험을 하면 “공식을 먼저 알려주고, 실험해서 결과가 나오면 공식이랑 맞는지 확인하는데, 오늘 실험은 달랐던 것 같아요” 라면서 본인이 비열에 대해 배운 내용을 이해하고 적용하는 과정을 거쳐 스스로 찾아낸 식이 새롭고 가치 있다고 평가했다.

과학탐구

학생들이 제시한 과학 학급 창의성 사례에서도 ‘과학탐구’는 중요한 특징으로 분석되었다. ‘과학탐구’ 활동에 참여하면서 새로운 아이디어를 도출한 사례를 제시한 학생들이 많았는데, 과학탐구에 있어 ‘주도적 참여’를 강조한 학생도 있었다. B학생은 창의성이 낮았던 사례에 대해 모둠 활동에서 주도적으로 참여하지 않은 경험을 제시했다. B학생은 앞서 [표 4-9]의 모둠활동에서 A조에 속해 있던 학생으로 소극적인 역할만을 담당했었으며, 이에 대한 불만이 있었던 것으로 판단된다. 이를 통해 ‘과학 학급 창의성’에 있어 ‘과학탐구’ 활동에 주도적으로 참여하는 것이 중요함을 확인할 수 있었다.

<B학생 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

팀 활동에서 역할 분담 없이 주로 다른 조원이 하는대로 따라하는 것. 남이 하던 대로 따라하면 주체적이지 않고 의존적이므로 창의성이 낮아짐.

생각의 표현

학생들은 생각을 표현하는 활동을 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었는데, 특히 C학생은 자신의 생각을 글로 표현하는 과정을 강조하면서 창의성이 높았던 인상적인 사례와 관련하여 실험을 구상하여 소논문을 작성했던 사례를 제시했다.

<C학생 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

내가 실험을 구상하고 이론을 검색하면서 소논문을 쓰는 것. 필요한 이론을 검색해서 읽을 때 ‘오울~’ 하는 것이 많았으며, 논문을 구상하고 글을 쓰는 방법을 생각하고 표현하면서 창의성이 발휘됨

2) 과학수업 환경: 과학탐구 자원

과학탐구 자원

교사들과 마찬가지로 학생들 역시 ‘과학탐구 자원’을 창의성과 관련된 중요한 요소로 인식하고 있었다. D학생은 창의성이 높았던 사례에 대해 중력가속도를 측정하는 실험에 대한 경험을 제시했다. 매우 짧은 시간을 측정해내기 위해 다양한 방법으로 실험을 수행하다가 핸드폰과 컴퓨터를 활용하여 시간을 측정하는 방법을 고안해 낸 경험을 창의성이 높았던 사례로 평가했다. D학생은 면담 과정에서 해당 사례가 창의성이 높았던 이유에 대해 “전자기기였던 것 같아요. 정말 포기할 뻔 했는데 핸드폰과 컴퓨터를 활용하면 어떨까 해서 진짜 해봤더니 쉽게 알아낼 수 있어서 중력가속도를 구할 수 있었어요.”라고 대답했다.

<D학생 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

실에 여러 개의 추를 매단 후 떨어뜨려서 각각의 추 사이에 시간 간격을 측정하여 중력가속도를 측정한 실험. 추가 워낙 빨리 떨어져서 시간을 재기가 힘들었음. 스톱워치도 쓰고 별걸 다 하다가 핸드폰으로 동영상을 찍어서 컴퓨터 프로그램에 연결하고 시간을 꽤 값으로 중력가속도를 구할 수 있었음

3) 과학교사: 적절한 질문

적절한 질문(호기심 자극)

학생들이 제시한 사례에서도 학생의 호기심을 자극하는 교사의 ‘적절한 질문’은 창의성과 관련된 중요한 특징으로 나타났다. E학생은 창의성이 높았던 사례에 대해 호기심을 자극한 교사의 질문을 언급했다. E학생은 연구자와의 면담 과정에서 “선생님이 내가 너희 엄마의 친자식이냐는 질문을 하셨어요. 그러면서 그 질문에 대해서 답을 할 때마다 계속 다른 질문을 던지시는데 당황했어요. 그리고 객관적으로 그걸 답할 수 있는 방법을 생각해 냈어야 하는데 어려웠어요.”라며 당시 상황을 설명했다. 그러면서 “보통 과학수업에서 선생님은 ‘당연하다’라고 가르쳐주는데 그 선생님은 ‘당연할까?’라고 물어보셨고, 그래서 자꾸 새로운 생각을 하게 됐어요.”라고 설명했다.

<E학생 사례, 결정적사건기법 설문지 발췌>

과학 영재학급 수업에서 강사 선생님께서 너희 어머니가 친엄마인지 증명할 수 있냐고 하셨을 때 좀 충격적이었다. 증명할 수가 없었기 때문이다. 우리가 신뢰 하던 정보나 그 정보를 얻는 방식이 더 이상 믿을만하지 않게 되었을 때 어디 까지 믿고 어디까지 믿지 말아야할지 혼란스러웠지만 새로운 사고를 할 수 있었다.

4) 창의적 경험: 아이디어 구상, 문제해결

아이디어 구상

많은 학생들은 과학수업에서 창의성이 높았던 사례를 제시하면서 새로운 아이디어를 떠올렸던 경험을 이야기했다. F학생은 창의성이 높았다고 평가할 수 있는 사례에 대해 “더 나은 실험결과를 구하기 위해 책에 나오지 않는 나만의 생각으로 새로운 실험방법을 생각”해 낸 경험을 제시하면서 주어진 문제를 해결하기 위해 주어진 방법이 아닌 새로운 방법을 고안하여 다양한 방법으로 실험을 수행하고 가장 좋은 방법을 찾아낸 경험이 창의적이었다고 평가했다.

문제해결

학생들은 창의성이 높았던 사례와 관련하여 모둠 활동을 통해 새롭고 다양한 방법으로 문제를 해결한 경험을 이야기했다. G학생은 창의성이 높았던 사례를 묻는 질문에 대해 ‘물리 실험’ 수업 중 모둠활동을 통해 문제를 해결했던 경험을 제시했으며, G학생과의 인터뷰를 통해 모둠활동과 같이 집단 수준에서 이루어지는 ‘문제해결’ 경험이 ‘과학 학급 창의성’에서 중요하다는 것을 확인할 수 있었다.

<G학생 사례, 인터뷰 녹음 전사자료 발췌>

R: 우선 이 사례에 대해 설명해 줄 수 있어?

S1: 선생님이 칠판에 그려주신 질문이었는데 저희끼리 토론해서 답을 찾아야 하는 수업이었어요. 뜻이 있는 배 위에서 선풍기를 틀면 배는 움직이게 될 지를 묻는 질문이었는데. 그런데 결론적으로 답을 어떻게 찾아야 할지 막막했는데. 우리는 이 문제에 대해 토의를 하면서 또 궁금한 게 생겼어요. 그래서 우리는 두 개를 했어요. 이 둘 중에 하나를 빼면, 그러니까 뜻이 없으면 어떻게 될지.

R: 조끼리 토론을 하다가 새로운 질문을 만들어낸 거야?

S1: 네. 그런데 이 때 우리가 엄청 토의를 많이 했어요. 그림도 많이 그리고. (중략) 우리끼리 이런 저런 생각을 엄청 많이 했던 것 같아요. 문제에 대해서도 답에 대해서도.

학생들로부터 수집한 ‘결정적사건기법(CIT)’ 설문 결과 및 면담 내용을 중심으로 본 연구에서 추출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소는 [표 3-13]과 같다.

[표 3-13] 학생의 사례에서 추출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소

구성요소	후보 하위요소
과학수업 참여	이해, 적용, 과학탐구, 생각의 표현
과학수업 환경	과학탐구 자원
과학교사	적절한 질문
창의적 경험	아이디어 구상, 문제해결

3.3 논의

3장에서는 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 모형을 제안하기 위해 과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징, 교사와 학생이 인식한 과학 학급 창의성 사례, ‘과학 학급 창의성’이 드러난 과학수업 상황을 분석하여 [표 3-14]와 같이 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소를 도출하였다.

[표 3-14] 본 연구에서 도출한 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소

구성 요소	후보 하위요소				도출된 하위요소
	과학 교육과정	교사 사례	과학수업 관찰	학생 사례	
학생 집단	-흥미 -개념 -지식 -태도	-과학지식 -사고유형 -내적동기 -흥미	-과학지식 -사고유형 (발산적, 수렴적) -내적동기		-과학지식 -사고유형 -내적동기 -흥미
과학 수업 참여	-탐구 -이해 -활용 -토론 -글쓰기	-이해 -적용 -과학탐구 -친구와 협력	-몰입 -이해 -적용 -과학탐구 -생각의 표현	-이해 -적용 -과학탐구 -생각의 표현	-몰입 -이해 -적용 -탐구활동 -표현 -협력
과학 수업 환경	-자료 -사회적 쟁점 -자연 현상	-과학탐구 자원 -충분한 시간 -도전적 과제 -안정적 공간 -학급 분위기 (의사소통 지향)	-충분한 시간 -학급분위기 (의사소통 지향, 협력지향, 질문 허용)	-과학탐구 자원	-도전적 과제 -과학탐구 자원 -충분한 시간 -수업자료 -안정적 공간 -학급분위기 (의사소통 및 협력지향)
과학 교사		-과학탐구 지원 -적절한 질문 -긍정적 태도	-긍정적 피드백 -적절한 질문 -학생주도 활동 지원	-적절한 질문	-학생주도 탐구 지원 -적절한 질문 -긍정적 태도 -긍정적 피드백
창의적 경험	-문제해결 -사고력	-아이디어 도출 -문제해결	-아이디어 구상 -아이디어 도출 -문제해결	-아이디어 구상 -문제해결	-아이디어 구상 -아이디어 도출 -문제해결

먼저 ‘학생집단’ 요소와 관련하여, 과학 교육과정에서는 ‘흥미’, ‘개념’, ‘지식’, ‘태도’가 강조되었으며, 교사들이 제시한 사례 및 과학 수업을 분석한 결과에서는 ‘과학지식’, ‘사고유형’, ‘내적동기’, ‘흥미’가 후보 하위요소로 추출되었다. 이상의 후보 하위요소들은 학생의 ‘인지적 특성’과 ‘정의적 특성’으로 구별할 수 있다. 2.2.2절에서 살펴본 바에 따르면, Woodman & Schoenfeldt(1990)는 ‘창의적 행동의 상호작용 모형’에서 개인의 ‘인지능력’과 ‘정서’를 구별하였으며, Amabile(1988)은 창의성의 ‘요소모형’에서 개인의 인지적 특성과 정의적 특성을 모두 강조하였다. 또한 박상범·박병기(2007)는 ‘창의적 성향·환경·과정 척도(C-DEPs)’의 요소 중 창의적 성향을 ‘인지 성향’과 ‘정의 성향’으로 나누어 제시하기도 했다. 이를 참고하여 본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’ 모형의 ‘학생집단’ 요소를 ‘학생집단의 인지적 특성’과 ‘학생집단의 정의적 특성’으로 구별하여 제시하고자 한다. 분석 결과를 토대로 ‘학생집단의 인지적 특성’의 하위요소로는 ‘과학지식’과 ‘사고유형’을 도출하였으며, ‘과학지식’은 과학개념과 관련된 ‘명제적 지식’과 과학탐구 및 실험과 관련된 ‘절차적 지식’을 포함하는 개념으로(Ryle, 1949), ‘사고유형’은 발산적, 수렴적, 연관적 사고를 포함하는 개념으로(박종원, 2004) 제안한다. ‘학생집단의 정의적 특성’의 하위요소로는 ‘내적동기’와 ‘흥미’를 도출하였으며, ‘흥미’는 교사들의 과학 학급 창의성 사례 분석 결과를 참고하여 과학에 대한 ‘개인적 흥미’와 수업에 대한 ‘상황적 흥미’를 포함하는 개념으로(진경아, 2012) 제안한다.

‘과학수업 참여’ 요소와 관련하여, 과학 교육과정에서는 ‘탐구’, ‘이해’, ‘활용’, ‘토론’이 강조되었으며, 교사와 학생이 제시한 사례 및 과학수업 분석 결과에서는 ‘몰입’, ‘이해’, ‘적용’, ‘과학탐구’, ‘친구와의 협력’, ‘생각의 표현’이 후보 하위요소로 추출되었다. 조연순(2013)은 ‘학생 창의성’을 위해 학습의 내면화와 외면화가 중요하다고 주장하면서 정보를 구성하는 과정과 정보를 표출하는 과정의 중요성을 강조하였다. 또한 박상범·박병기(2007)는 ‘창의적 성향·환경·과정 척도(C-DEPs)’의 요소 중 창의적 과정을 ‘내현 과정’과 ‘외현 과정’

으로 나누어 제시하기도 했다. 이를 참고하여 본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’ 모형의 ‘과학수업 참여’ 요소를 ‘과학수업 내현적 참여’와 ‘과학수업 외현적 참여’로 구별하여 제시하고자 한다. 분석 결과를 토대로 ‘과학수업 내현적 참여’의 하위요소로는 ‘몰입’, ‘이해’, ‘적용’을 도출하였으며, ‘과학수업 외현적 참여’의 하위요소로는 ‘탐구활동’, ‘표현’, ‘협력’을 도출하였다.

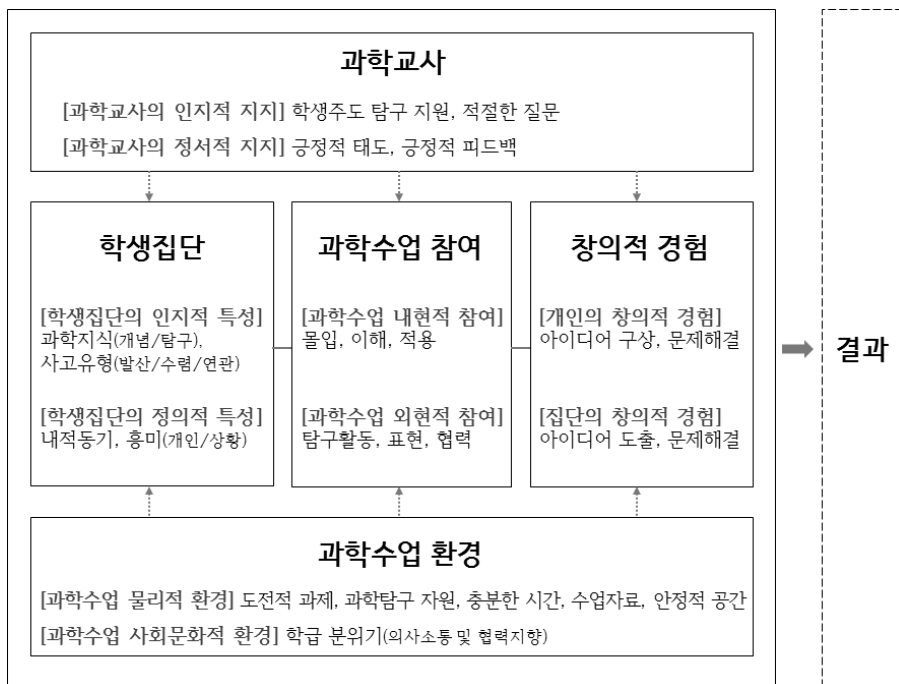
‘과학수업 환경’ 요소와 관련하여, 과학 교육과정에서는 ‘자료’, ‘사회적 쟁점’, ‘자연 현상’이 강조되면서 수업 자료의 성격만 강조된 경향이 있었다. 그러나 학교교육 맥락에서 학생들의 창의성을 촉진시키는 교실 환경과 교실의 창의적 환경 특성에 대한 교사의 인식은 모두 중요하며(Fairweather & Cramond, 2010; Sternberg, 2010), 본 연구에서는 교사와 학생이 제시한 사례 및 과학수업을 면밀히 분석하여 ‘도전적 과제’, ‘과학탐구 자원’, ‘충분한 시간’, ‘안정적 공간’, ‘학급 분위기’를 ‘과학 학급 창의성’의 후보 하위요소로 추출하였다. 환경을 고려하여 학습을 이해하기 위해 수행된 선행연구 중에는 환경적 요소를 ‘물리적 상황’과 ‘사회문화적 상황’으로 구별한 사례가 있으며(Falk & Dierkin, 2000; Hong & Song, 2013), 개인을 둘러싼 유형적 환경과, 개인 간 상호작용을 바탕으로 형성되는 무형적 환경은 교육의 환경적 요소로 모두 중요하다. 이를 참고하여 본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’의 ‘과학수업 환경’ 요소를 ‘과학수업 물리적 환경’과 ‘과학수업 사회문화적 환경’으로 구별하여 제시하고자 한다. 이에 분석 결과를 토대로 ‘과학수업 물리적 환경’의 하위요소로는 ‘도전적 과제’, ‘과학탐구 자원’, ‘충분한 시간’, ‘수업자료’, ‘안정적 공간’을 도출하였으며, ‘과학수업 사회문화적 환경’의 하위요소로는 ‘학급 분위기’를 도출하였다. 특히 본 연구에서는 ‘학급 분위기’와 관련하여 의사소통과 협력을 지향하는 학급 분위기가 ‘과학 학급 창의성’의 중요한 하위요소임을 확인하였다.

‘과학교사’ 요소와 관련하여, 과학 교육과정에서 강조된 특징은 없었다. 학교교육 맥락에서 창의성을 고려한 연구들은 교실에서의 다양한 상호작용의 중요성을 강조하였으며(DaHaan, 2011), 특히 교사의

피드백은 창의성에 대한 학생들의 자신감에 강력한 영향을 미친다는 연구결과도 있었다(Beghetto, 2006). 이에 교사와 학생이 제시한 사례 및 과학수업을 면밀히 분석한 결과, ‘과학탐구 지원’, ‘적절한 질문’, ‘긍정적 태도’, ‘긍정적 피드백’, ‘학생주도 활동 지원’이 ‘과학교사’와 관련된 후보 하위요소로 추출되었다. 대부분의 하위요소들을 학생 집단을 지지하는 교사의 역할과 관련이 깊었다. 박병기·박상범(2009)은 ‘통합 창의성이 내재된 다차원 창의적 환경 척도(ICEMCEs)’의 구성 요소로 ‘교사의 인지적 지지’와 ‘교사의 정서적 지지’를 구별하여 제시하였으며, 본 연구에서는 이를 참고하여 ‘과학 학급 창의성’ 모형의 ‘과학교사’ 요소를 ‘과학교사의 인지적 지지’와 ‘과학교사의 정서적 지지’로 구별하여 제시하고자 한다. 분석 결과를 토대로 ‘과학교사의 인지적 지지’의 하위요소로는 ‘학생주도 탐구 지원’과 ‘적절한 질문’을 도출하였으며, ‘과학교사의 정서적 지지’의 하위요소로는 ‘긍정적 태도’와 ‘긍정적 피드백’을 도출하였다. 특히 본 연구에서는 ‘적절한 질문’과 관련하여 학생의 호기심을 자극하거나 이해를 돕는 교사의 질문이 ‘과학 학급 창의성’의 중요한 하위요소임을 확인하였다.

‘창의적 경험’ 요소와 관련하여, 과학 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘사고력’이 강조되었다. 일반적으로 창의성의 ‘결과’는 새롭고 유용한 아이디어, 제품, 서비스, 과정과 같은 실재하는 산출물(product)로 여겨지고 있으며, 이러한 맥락에서 ‘문제해결’을 강조한 연구들이 있다(Weisberg, 2006). 학생 개인의 변화에 해당하는 ‘사고력’이 창의성의 ‘창의적 경험/결과’로 제시되었다는 것은 일반적인 창의성 연구의 방향과는 다소 다르지만 인간의 변화나 성장 자체가 창의적 산출로 인정될 수 있다는 견해가 있다(박병기, 1998). 교육과정은 학생의 변화와 성장을 목표로 하기 때문에 ‘사고력’이 창의성의 ‘창의적 경험/결과’로 제시될 수 있으나, ‘학급’이라는 집단의 창의성을 설명할 때 ‘사고력’을 ‘창의적 경험’ 요소로 포함시키는 것은 적절치 않다고 판단된다. 교사와 학생이 제시한 사례 및 과학수업 분석 결과에서는 개인 수준의 ‘아이디어 구상’과 집단 수준의 ‘아이디어 도출’, 그리고 ‘문제해결’이 ‘창

의적인 경험’으로 강조되었다. 본 연구에서는 실제 과학수업 상황에서 ‘과학 학급 창의성’이 어떻게 드러나는지 확인하기 위해 수업관찰을 실시했으며, 분석 결과 ‘창의적 경험’은 ‘개인’의 창의적 경험이 드러난 사례와, ‘집단’의 창의적 경험이 드러난 사례로 구별할 수 있었다. 이를 참고하여 본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’ 모형의 ‘창의적 경험’ 요소를 ‘개인의 창의적 경험’과 ‘집단의 창의적 경험’으로 구별하여 제시하고자 한다. 분석 결과를 토대로 ‘개인의 창의적 경험’의 하위요소로는 개인 수준에서 나타나는 ‘아이디어 구상’과 ‘문제해결’을 제안하며, ‘집단의 창의적 경험’의 하위요소로는 모둠 또는 학급 전체 수준에서 나타나는 ‘아이디어 도출’과 ‘문제해결’을 제안한다. 하위 요소 중 ‘문제해결’은 ‘개인의 창의적 경험’과 ‘집단의 창의적 경험’에 모두 포함되어 있으나, 문제를 개인이 혼자서 해결했는지 집단의 구성원이 협력하여 해결했는지에 따라 ‘개인의 창의적 경험’과 ‘집단의 창의적 경험’으로 구별할 수 있다.



[그림 3-4] 본 연구가 제안하는 ‘과학 학급 창의성’ 구성요소

이상의 논의를 바탕으로 본 연구가 제안하는 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소는 [그림 3-4]와 같다. ‘과학 학급 창의성’의 구성요소로 ‘학생 집단의 인지적 특성’, ‘학생집단의 정의적 특성’, ‘과학수업 내현적 참여’, ‘과학수업 외현적 참여’, ‘과학수업 물리적 환경’, ‘과학수업 사회문화적 환경’, ‘과학교사의 인지적 지지’, ‘과학교사의 정서적 지지’, ‘개인의 창의적 경험’, ‘집단의 창의적 경험’의 10가지 요소를 제안 하며, 각각의 구성요소의 개념적 정의는 [표 3-15]와 같다. ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 도출 결과에 대해서는 과학교육 전공 교수 1인 및 박사 1인에게 검토를 받았다.

[표 3-15] ‘과학 학급 창의성’의 구성요소와 개념적 정의

구성요소		개념적 정의	하위요소
학생 집단	학생집단의 인지적 특성	지식을 획득하고 사용하는 방식과 관련된 학생집단의 특성	과학지식(개념/탐구), 사고유형(발산/수렴/연관)
	학생집단의 정의적 특성	정서 또는 감정의 형성과 관련된 학생집단의 특성	내적동기, 흥미(개인/상황)
과학 수업 참여	과학수업 내현적 참여	학생이 과학수업에서 정보를 구성하는 내현적 참여 과정	몰입, 이해, 적용
	과학수업 외현적 참여	학생이 과학수업에서 정보를 표출하는 외현적 참여 과정	탐구활동, 표현, 협력
과학 수업 환경	과학수업 물리적 환경	과학수업에서 학급구성원을 둘러싸고 있는 유형적 환경	도전적 과제, 과학탐구 자원, 충분한 시간, 수업자료, 안정적 공간
	과학수업 사회문화적 환경	과학수업에서 학급구성원의 상호작용을 통해 형성되는 무형적 환경	학급 분위기 (의사소통 및 협력지향)
과학 교사	과학교사의 인지적 지지	학생의 인지적 측면을 지지하는 교사의 태도 및 행동	학생주도 탐구 지원, 적절한 질문
	과학교사의 정서적 지지	학생의 정서적 측면을 지지하는 교사의 태도 및 행동	긍정적 태도, 긍정적 피드백
창의적 경험	개인의 창의적 경험	학생 개인 수준의 창의적 경험	아이디어 구상, 문제해결
	집단의 창의적 경험	학급 또는 모둠 수준의 창의적 경험	아이디어 도출, 문제해결

4. 과학 학급 창의성 척도 개발 및 타당화

본 장에서는 앞서 제안한 ‘과학 학급 창의성’의 구조요소 모형을 바탕으로 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도: Science Classroom Creativity Scale)’를 개발하였으며, 이에 대한 타당도와 신뢰도를 검증하였다. SCC 척도를 개발하는 과정은 Churchill(1979)이 제안한 ‘다항목 척도 개발 과정’을 참고했다. 먼저 SCC 척도의 문항을 구성하고, 해당 문항이 SCC 척도가 측정하고자 하는 내용을 제대로 담고 있는지 확인하기 위하여 내용타당도 분석을 실시하였다. 이후 SCC 척도의 신뢰도와 타당도를 검증하기 위해 예비조사를 실시했으며, 이 과정에서 탐색적 요인분석과 신뢰도 분석을 실시하여 최종문항을 선정하였다. 다음으로 SCC 척도의 타당성을 검증하기 위해 본 조사를 실시했으며, 이 과정에서 연구자가 설정한 요인 모형을 검증하는 확인적 요인분석과 신뢰도 분석 등을 실시하였다. 최종적으로 신뢰도와 타당도를 갖춘 SCC 척도를 개발했으며, 분석 결과를 토대로 SCC 척도의 활용 가능성에 대해 제안하였다.

4.1 연구방법 및 절차

4.1.1 검사문항 구성 및 내용 타당도 분석

1) 검사 문항 구성

‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’의 검사문항을 구성하기 위하여 [표 2-5]에서 정리한 ‘사회문화적 관점에서 개발된 창의성 관련 척도’의 문항을 검토했으며, [표 3-15]에서 제시한 ‘과학 학급 창의성’의 구조요소 및 하위요소를 토대로 일부 문항을 제작하였다.

먼저 선행연구에서 개발한 척도의 문항을 분석하기 위해 [표 2-5]

에서 정리한 8개 척도의 구성요인을 2.2.2절에서 제안한 ‘과학 학급 창의성’ 기본 모형의 구성요소(학생집단, 과학수업 참여, 과학수업 환경, 과학교사, 창의적 경험)를 참고하여 5개 범주(개인, 과정, 환경, 리더십, 창의적 결과)로 재분류하였다. 3장에서 도출한 ‘과학 학급 창의성’의 10개의 구성요소 대신 5개의 요소를 활용한 이유는 8개의 척도 모두 영역일반적인 관점에서 창의성을 평가하기 위해 개발된 도구였으므로 ‘과학 학급 창의성’ 모형의 10개 구성요소로 분석하기에는 어려움이 있다고 판단했기 때문이다. 또한 ‘과학 학급 창의성’의 기본 모형을 구성하는 5개의 요인 중 ‘학생집단’, ‘과학수업 참여’, ‘과학수업 환경’, ‘과학교사’는 학교 교육 상황에 맞춰 도출한 요인으로 일반적인 창의성 관련 척도의 요인을 분류하기 위한 범주로 사용하기에는 적합하지 않았으므로 ‘개인’, ‘과정’, ‘환경’, ‘리더십’으로 수정하여 분석하였다. 또한 창의성의 잠재적 결과라 할 수 있는 ‘창의적 경험’보다는 ‘창의적 결과’에 해당하는 요인으로 구성된 척도가 있었으므로 ‘창의적 결과’를 범주로 분석을 실시하였다. 8개의 척도를 구성하는 요인을 5개의 범주로 재분류하는 과정에서 요인의 명칭보다는 요인에 해당하는 문항의 내용을 기준으로 판단하였다.

본 절에서 분석한 창의성 관련 척도 중 SSSI, CCQ, KEYS는 일반적인 조직 상황에 초점을 맞춰 개발된 가장 대표적인 척도라 할 수 있으므로 교실의 학습 환경을 조사하기 위한 대표적인 도구인 “What Is Happening In this Class(WIHC)”의 요인과 문항도 함께 분석대상에 포함시켰다. Fraser, Fisher, & McRobbie(1996)가 개발한 WIHC은 교실의 학습 환경을 평가하기 위해 개발된 많은 도구들 중에서 학생의 인지적 또는 정의적 산출과 관련된 핵심요소를 포함한다는 특징을 지니므로 (장진아·나지연·송진웅, 2015), SCC 척도의 문항을 구성하는 데 참고하기 적합하다고 판단했다.

[표4-1]은 WIHC을 포함한 9개 척도의 구성요인을 ‘개인’, ‘과정’, ‘환경’, ‘리더십’, ‘창의적 결과’로 재분류한 결과를 보여준다.

[표 4-1] 창의성 관련 척도의 구성요인 분석

척도	개인	과정	환경	리더십	창의적 결과
Siegel Scale of Support for Innovation(SSSI) (Siegel & Kaemmerer, 1978)	-주인의식	-일관성	-다양성 규범 -지속적 발전	-리더십	
Creative Climate Questionnaire (CCQ) (Ekvall, 1996)		-토론	-도전과 참여 -자유 -역동성/생동감 -신뢰/개방성 -아이디어 시간 -갈등 -아이디어지지 -즐거움/유머 -위험감수		
KEYS: Assessing the climate for Creativity (Amabile <i>et al.</i> , 1996)			-조직의 격려 -작업집단의 지지 -충분한 자원 -도전적 직무 -자유 -조직의 방해 -작업량의 압박	-상사의 격려	-창의성 -생산성
창의적 성향·환경·과정 척도(C-DEPs) (박상범·박병기, 2007)	-인지성향 -정의성향	-내현과정 -외현과정	-학교환경 (학교지원)	-학교환경 (교사태도)	
다차원 창의적 환경 척도 (ICEMCEs) (박병기·박상범, 2009)			-학교의 제도적/물리적 지지 -친구의 인지적/정의적 지지	-교사의 인지적/정의적 지지	
창의적 교실 분위기 평가 척도 (민지연·서은진, 2009)		-의사소통	-즐거움 -신뢰 -도전	-지지	
창의적 학교 환경에 대한 인식 척도 (조선미, 2012)			-창의성 지지 -일 성격 -창의성 방해	-창의성지지 (교사)	
창의적 수업환경 척도 (성은현 외, 2014)		-교수학습 방법		-교사의 태도 및 심리적 요인	
What Is Happening In this Class(WIHC) (Fraser <i>et al.</i> , 1996)	-과제지향	-탐구활동 -수업참여	-학생들 간의 관계 -협동성 -평등성	-교사지원	

[표 4-1]의 분석 결과를 토대로 9개 척도에서 사용한 문항을 분류하여 검사문항 풀(pool)을 구성하였으며, 3장에서 수집한 교사와 학생이 인식한 ‘과학 학급 창의성’ 사례 및 과학수업 관찰 결과를 참고하여 일부 문항을 새롭게 제작하였다. [표 4-2]는 이상의 과정을 통해 연구자가 정리한 SCC 척도의 검사문항 풀(pool)이며, 요소별 문항 개수와 예시 문항을 보여준다.

[표 4-2] ‘과학 학급 창의성 척도’의 검사문항 풀(pool)

척도	개인		과정		환경		리더십		창의적 결과	
	문항수	문항예시	문항수	문항예시	문항수	문항예시	문항수	문항예시	문항수	문항예시
Siegel Scale of Support for Innovation (SSSI)	16	나는 내 일에 대해 책임감을 느낀다.	7	우리 조직이 사용하는 방법은 일의 목적과 잘 맞는 것 같다.	19	우리 조직은 변화에 대해 열려있고 관심을 보인다.	19	우리 조직의 구성원들은 자신의 의견을 표현하는 것을 상사가 격려한다고 느낀다.		
Creative Climate Questionnaire (CCQ)			5	우리 팀 사람들은 반대 의견이나 다른 관점에 대해 토론한다.	45	우리 팀 사람들은 새로운 아이디어와 일의 방법을 테스트하는데 시간을 사용한다.				
KEYS: Assessing the climate for Creativity					55	우리 팀은 팀원들이 내놓은 아이디어에 대해 건설적으로 논평한다.	11	나의 상사는 새로운 아이디어를 잘 받아들인다.	12	우리 팀은 창의적이다.
창의적 성향·환경·과정 척도 (C-DEPs)	26	아무리 어려운 문제라도 혼자 힘으로 해결하려고 노력한다.	14	내가 세운 목표에 대해서는 꼭 이루려고 노력하는 편이다.	4	우리 반 또는 우리 학교에는 여러 분야의 참고자료가 많이 있다.	10	선생님은 내가 어떤 일에 실패하였을 때 격려와 위로를 해주신다.		
다차원 창의적 환경 척도 (ICEMCEs)					20	나의 친구들 간에는 다양한 아이디어가 교류된다.	10	선생님은 학생들이 독특한 생각을 하도록 이끌어 주신다.		

척도	개인		과정		환경		리더십		창의적 결과	
	문항 개수	문항 예시	문항 개수	문항 예시	문항 개수	문항 예시	문항 개수	문항 예시	문항 개수	문항 예시
창의적 교실 분위기 평가 척도			3	나는 우리 반에서 나의 생각을 말하는 것이 두렵다.	15	우리 반 친구들은 내가 실수해도 대부분은 이해해준다.	5	우리 반 선생님은 무슨 일이든 항상 칭찬해 주신다.		
창의적 학교 환경에 대한 인식 척도					7	우리 반은 새로운 시도를 좋게 생각한다.	1	나의 선생님은 내가 창의적이 되도록 격려해 주신다		
창의적 수업환경 척도	1	매일매일의 학교생활이 즐겁다.	4	친구들과 자주 토론한다.	1	수업이 일상생활에 도움이 된다.	3	내 의견을 존중해주는 선생님이 있다.		
What Is Happening In this Class (WIHIC)	8	나는 이 수업의 목표를 안다.	16	나는 탐구활동을 수행함으로써 문제에 대한 답을 구한다.	24	이 수업에서 조별활동을 할 때 협동작업이 이루어진다.	8	선생님의 질문은 나의 이해를 돕는다.		
연구자 개발 문항	9	나는 과학실험에 필요한 지식을 알고 있다.	6	나는 과학 탐구 활동에서 주도적인 역할을 담당한다.	9	과학 수업에서 친구들의 다양한 장점이 발휘된다.	5	과학 선생님의 설명과 질문은 호기심을 자극한다.	10	우리 학급 (모둠)은 과학 수업에서 새로운 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.

SCC 척도의 검사문항 풀(pool)을 구성한 후에는 ‘과학 학급 창의성’ 모형의 하위요소를 참고하여 각 요소별로 적합성이 높은 문항을 선별하였으며, 그 결과 88개의 문항으로 구성된 1차 조사도구가 개발되었다.

2) 내용 타당도 분석

개발된 조사도구가 SCC 척도가 측정하고자 하는 내용을 충분히 담고 있는지 확인하기 위해 각 문항이 어떤 범주로 분류되는 것이 적절한지, 문항이 측정 요인을 잘 대표하는지, 문항의 범주화가 적절한지를 확인하는 내용타당도 분석을 실시하였다. 내용타당도 분석은 3차례에 걸쳐 이루어졌으며, 구체적인 절차는 다음과 같다.

먼저 연구자가 개발한 1차 조사도구의 88개 문항이 ‘과학 학급 창의성’의 10개 구성요소 및 하위요소를 잘 반영하고 있는지 확인하였다. 이를 위해 과학교육 석사 학위 소지 중등 과학교사 2인이 연구자가 도출한 ‘과학 학급 창의성’ 모형의 하위요소를 참고하여 88개 문항이 척도에 포함되어야 하는지에 대해 O, X로 동의 여부를 표시하였으며, 2인의 교사가 모두 동의한 문항을 선별하여 58개 문항을 도출하였다.

다음으로 58개 문항이 10개 구성요소를 대표하는지 확인하기 위해 과학교육 전공 교수 1인, 박사 1인, 교육측정평가 석사 1인, 중등 과학교사 2인에게 내용을 검토 받았으며, 결과를 반영하여 문장의 내용과 문항의 기술방식을 수정하였다. Fraser *et al.*(1996)은 학급 환경 평가 도구의 문항 기술방식을 ‘개인 유형(personal form)’과 ‘학급 유형(class form)’으로 나누어 분석하였는데, ‘개인 유형’은 학생들에게 학급에서 자신의 역할에 대한 인식을 평가하게 하는 한편, ‘학급 유형’은 학급 전체에 대한 인식을 묻는다. 본 연구에서는 이를 참고하여 ‘학생 집단(인지적 특성, 정의적 특성)’과 ‘과학수업 참여(내현적 참여, 외현적 참여)’에 대해 묻는 문항을 ‘개인 유형’으로 정리하여 기술하였다. ‘학생집단’에 대한 질문을 ‘개인 유형’으로 기술한 이유는 학생집단의 인지적, 정의적 특성은 학급구성원 개개인이 가지고 있는 인지적, 정의적 특성의 합으로 이해할 수 있기 때문이기도 하지만 ‘과학 학급 창의성’이 높은 학급에서 ‘학생집단’의 인지적, 정의적 특성이 높게 나타날 수 있기 때문이기도 하다. 또한 ‘과학수업 참여’의 주체는 학생 개인이며, 학급의 ‘과학수업 참여’는 학급구성원 개개인의 ‘과학수업

참여'의 함으로 이해할 수 있기 때문에 '개인 유형'으로 질문하였다. 한편 '과학수업 환경'에 대한 질문은 학생들의 인식을 측정할 수 있도록 '학급 유형'으로 기술하였다. '창의적 경험'의 경우, '개인의 창의적 경험'은 개인 유형, '집단의 창의적 경험'은 학급 유형으로 기술했으며, 이에 대해서는 학생의 경험에 근거하여 판단해야 하므로 “~한 적이 있다”는 표현으로 서술하였다. '과학교사'에 대해 묻는 문항은 '과학 선생님'을 주어로 하는 문장으로 통일하여 정리했다. 문항에 대한 응답은 긍정 여부를 묻는 Likert 5점 척도(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 보통이다, 4: 그렇다, 5: 매우 그렇다)로 구성하였으며, 학생이 인식한 '창의적 경험' 관련 문항의 경우 Likert 5점 척도(1: 전혀 없다, 2: 아주 조금 있다(1회), 3: 조금 있다(2~3회), 4: 비교적 자주 있다(4~5회), 5: 자주 있다(6회 이상))를 사용하되 빈도에 대해 응답하도록 구성했다. 이후 58개 문항의 내용이 학생들이 이해하기에 적합한지 확인하기 위해 고등학교 1학년 학생 23명을 대상으로 사전 조사를 실시하여 문항을 구성하는 단어의 일부를 수정하였다.

마지막으로 58개 문항의 범주화가 제대로 되었는지를 확인하기 위해 선정된 문항에 대한 범주화 검증을 실시하였다. 범주화 검증에는 과학교육 전공 교수 1인, 박사 1인, 석사 6인(초등교사 1인, 중등 과학교사 3인 포함), 석사과정생 1인(중등 과학교사) 등 8인의 전문가가 참여했으며, 각각의 문항이 해당 범주에 포함되는 것이 적절한지를 Likert 5점 척도(1: 매우낮다, 2: 낮다, 3: 보통이다, 4: 높다, 5: 매우 높다)로 평가했다. 평가결과 응답의 평균이 3.5이상이고, 80% 이상의 전문가가 '보통이다(3점)' 이상으로 반응한 문항을 선별하였으며, 이 과정에서 2개 문항이 제외되었다. 제외된 문항은 '과학수업 내현적 참여'에 배치한 “나는 과학수업에서 주어진 과제를 해내기 위해 최선을 다한다.”와 '물리적 환경' 요인에 배치한 “과학수업에서 다루는 내용은 새로운 생각을 하게 만든다.”였다. 이처럼 3차에 걸친 내용타당도 분석 결과를 토대로 56개 문항으로 구성된 '과학 학급 창의성 척도'의 시안이 개발되었다.

4.1.2 예비조사: ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’ 시안 개발

1) 예비조사의 목적

예비조사는 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’ 시안의 타당도와 신뢰도를 높이기 위한 단계로, Churchill(1979)은 이 단계에서 ‘측정의 정확화(purifying measure)’를 위해 신뢰도 분석과 요인분석을 실시할 것을 제안하였다. 이를 참고하여 예비조사에서는 데이터를 수집하여 내적일관성 신뢰도를 분석하고, 요인간 상관관계가 있는지 여부를 확인하였다. 또한 처음 요인분석을 실시할 때는 특별한 가정 없이 요인구조를 알아보는 탐색적 요인분석을 실시하는 것이 일반적이므로(탁진국, 1997), SCC 척도 시안의 요인구조를 확인하기 위해 탐색적 요인분석을 실시하고 이를 바탕으로 SCC 척도의 최종문항을 도출하였다.

2) 연구대상

‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’ 시안의 타당도와 신뢰도를 검증하기 위한 예비조사에는 수도권 소재 B중학교, S중학교, K고등학교의 6개 학급이 참여했다. 자료 수집에 앞서 교사는 연구 참여 의사를 밝힌 학생들에게 구두로 본 연구의 목적과 방법에 대해 설명하였으며, 서면을 통해 본 연구에 참여하겠다는 동의를 얻었다([부록 5-1] 설명서 및 동의서 참고). 또한 본 연구에 참여하는 학생들은 미성년자이므로 보호자에게도 서면 동의를 얻었다([부록 5-2] 학부모용 설명서 참고). 분석대상은 연구 참여에 동의하고 성실하게 응답한 160명의 자료였으며, 예비조사에 사용된 표본은 남학생 57명(35.6%), 여학생 103명(64.4%)으로 구성되었으며, 학교급별로는 중학생 109명(68.1%), 고등학생 51명(31.9%)으로 구성되었다.

3) 검사도구 및 절차

검사도구는 내용타당도 분석 결과를 토대로 선별된 56개의 예비 문항을 활용하여 구성하였다. 또한 본 조사에서 수렴타당도 검토를 위해 활용할 예정인 Kaufman(2012)의 ‘창의성 영역 검사(K-DOCS: Kaufman-Domains of Creativity Scale)’도 함께 실시했다. K-DOCS는 ‘작은 창의성’ 수준에서 영역특수성을 반영하여 창의성을 평가하기 위해 개발된 도구로 총 50문항으로 구성되어 있으며, 각 문항에 대해 응답자 자신이 얼마나 창의적인지를 5점 리커트 척도(1: 매우 창의적이지 않다, 2: 창의적이지 않다, 3: 보통이다, 4: 창의적이다, 5: 매우 창의적이다)로 평가하는 검사 도구다. 본 연구에서는 ‘과학/공학 창의성’에 대한 9가지 문항(예: 과학적인 실험을 설계하고 수행하기)을 포함시켰으며, 예비조사에서 이에 대한 내적 일관성 신뢰도를 분석한 결과, *Cronbach's α* 값이 .86으로 높게 나타났다. 예비조사에 사용한 설문지는 [부록 6-1]에 수록되어 있다. 예비조사는 서면으로 실시하였으며, 설문에 소요되는 시간은 10~15분이었다.

4) 분석방법

SCC 척도 시안에 대한 예비조사 결과를 분석하기 위해 설문결과를 Microsoft Excel 2013을 활용하여 코딩한 뒤 SPSS 23.0을 이용하여 기술통계치를 분석하였다. 또한 요인들의 내적 일관성 신뢰도를 확인하기 위하여 요인별 신뢰도(*Cronbach's α*)를 분석하였으며, 요인의 신뢰도에 심각하게 부정적인 영향을 끼치는 하위 문항이 없는지 살펴보기 위해 문항별로 ‘문항 제거 시 신뢰도(*a if item deleted*)’ 수치도 분석하였다. 또한 요인간의 관계에 대해 살펴보고자 각각의 요인을 구성하는 하위문항들의 평균 점수로 요인의 점수를 산출하고 요인 점수들 간의 상관관계를 분석하였다. 끝으로 SCC 척도 예비문항의 요인구조를 탐색하기 위해 탐색적 요인분석을 실시하였다.

4.1.3 본 조사: ‘과학 학급 창의성 척도’의 타당화

1) 본 조사의 목적

본 조사는 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’를 타당화하기 위한 단계로, 예비조사 결과를 토대로 수정한 문항을 활용하여 데이터를 수집하고 신뢰도와 타당도를 평가하였다. 본 연구에서는 SCC 척도가 ‘과학 학급 창의성’이라는 구성개념을 제대로 측정하고 있는지 평가하기 위해 확인적 요인분석과 수렴타당도 분석을 실시하였다. 확인적 요인분석은 척도의 요인과 문항이 표명하는 가설적 구조체계를 확인하는 검증기법으로서 구조방정식을 이용한 고차원적인 교차-타당도 검증기법이며(Joreskog & Soborn, 1989), 탐색적 요인분석을 통해 추출된 구성개념이 다른 표본에서도 일치하는가를 확인시켜 준다. 본 연구에서는 예비조사의 탐색적 요인분석 결과 추출된 9개 요인이 새로운 표본에서도 적합한지를 검증하였으며, 이때 가설적 구인인 잠재변수와 실제 문항인 측정변수 사이에 설정된 관계의 적합도를 확인하기 위해 3가지 대안모형을 설정하여 적합도 지수를 비교하였다(김수진, 2010).

수렴타당도 분석은 검사점수와 외적변수와의 관계를 분석함으로써 검사의 타당도를 검증하는 방법으로 동일한 특성을 상이한 방법으로 측정한 검사점수 간의 상관계수로 산출된다(한국교육평가학회, 2004). 본 연구에서는 SCC 척도와 유사한 특성을 측정하는 기존 검사로 Kaufman(2012)의 ‘창의성 영역 검사(K-DOCS)’ 중 ‘과학/공학 창의성’에 대한 9가지 문항을 선정했다. K-DOC는 창의성의 영역 특수성을 반영한 검사로 타당도와 신뢰도가 확보되었으며, 창의성 관련 척도를 개발한 선행연구에서 수렴타당도 분석을 위한 지표로 활용된 바 있으므로(성은현 외, 2014), SCC 척도의 수렴타당도 분석을 위한 지표로 선정하였다. 다만 본 연구에서는 K-DOCS의 전체 문항이 아닌 일부 문항만을 활용하였으므로 예비조사 단계에서 이에 대한 신뢰도를 분석하였으며, 분석 결과 Cronbach's α 값이 .86으로 높게 나타났다.

2) 연구대상

본 조사에는 수도권 소재 D중학교, M중학교, S중학교, B고등학교, K고등학교, Y고등학교의 27개 학급이 참여하였으며, 연구대상 분포는 [표 4-3]와 같다.

[표 4-3] 본 조사 연구대상

학급	구분		응답자수(명)			
	학교	학년	남	여	전체	
D1	D중학교	2	23	-	23	247
D2		2	26	-	26	
D3		2	23	-	23	
M1	M중학교	1	18	-	18	
M2		1	16	-	16	
M3		1	20	-	20	
M4		1	21	-	21	
S1	S중학교	2	-	24	24	
S2		2	-	22	22	
S3		3	-	29	29	
S4		3	-	25	25	
B1	B고등학교	1	18	14	32	476
B2		1	12	15	27	
B3		1	15	13	28	
B4		1	18	12	30	
B5		1	17	16	33	
B6		1	16	11	27	
B7		3	27	3	30	
K1	K고등학교	1	-	27	27	
K2		1	-	29	29	
K3		1	-	28	28	
K4		1	-	28	28	
K5		2	-	33	33	
K6		2	-	30	30	
Y1	Y고등학교	2	49	-	49	
Y2		2	15	-	15	
Y3		2	30	-	30	
계			364	359	723	

자료 수집에 앞서 교사는 연구 참여 의사를 밝힌 학생들에게 구두로 본 연구의 목적과 방법에 대해 설명하였으며, 서면을 통해 본 연구에 참여하겠다는 동의를 얻었다([부록 5-1] 설명서 및 동의서 참고). 또한

본 연구에 참여하는 학생들은 미성년자이므로 보호자에게도 서면 동의를 얻었다([부록 5-2] 학부모용 설명서 참고). 이후 해당 학급의 학생 중 연구 참여에 동의한 747명의 학생의 자료가 수집되었으나, 전체 53개 문항 중 무응답 문항이 10% 이상(6개 이상)이거나, 전체 문항의 90% 이상(48개 이상)에 동일한 응답을 한 응답 자료는 불성실 응답으로 판단하여 제외시켰으며, 최종적으로 723명의 응답 자료를 분석대상으로 정했다. 본 조사에 사용된 표본은 남학생 364명(50.3%), 여학생 359명(49.7%)으로 구성되었으며, 학교급별로는 중학생 247명(34.2%), 고등학생 476명(65.8%)으로 구성되었다.

3) 검사도구

검사도구는 예비조사 결과 도출한 53개 문항으로 구성된 SCC 척도를 활용했으며, ‘학생집단의 인지적 특성’, ‘학생집단의 정의적 특성’, ‘과학수업 내현적 참여’, ‘과학수업 외현적 참여’, ‘과학수업 환경’, ‘과학교사의 인지적 지지’, ‘과학교사의 정서적 지지’, ‘개인의 창의적 경험’, ‘집단의 창의적 경험’을 양적으로 측정하였다. SCC 척도는 학급 수준의 창의성을 측정하는 척도이므로 문항별 점수는 학급 구성원의 평균점수로 계산했으며, 요인을 구성하는 문항의 합산점수가 높은 요인을 강점요인으로 해석하였다. 수렴타당도 분석을 위해 예비조사에서 활용했던 Kaufman(2012)의 ‘창의성 영역 검사(K-DOCS)’ 중 ‘과학/공학 창의성’에 대한 9개의 문항도 함께 포함시켰다. 본 조사는 서면으로 실시하였으며, 설문에 소요되는 시간은 10~15분이었다.

4) 분석방법

SCC 척도에 대한 본 조사 결과를 분석하기 위해 설문결과를 Microsoft Excel 2013을 활용하여 코딩한 뒤 SPSS 23.0을 이용하여 기술통계치를 분석하였다. 또한 AMOS 20.0을 이용하여 확인적 요인 분석을 실시하였다. 수집된 자료를 클리닝하는 과정에서 심각한 결측은

제거하였으나, 응답자에 따라 소수의 문항에 대해 결측이 포함된 경우가 있었으므로 ‘완전정보최대우도(FIML: Full- Information Maximum Likelihood)’ 추정 방법을 사용하였다. 요인모형의 적합도는 카이제곱(χ^2) 값과 함께 절대적합도 지수 RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation), 상대적합도 지수 NFI(Normed Fit Index), TLI(Turker-Lewis Index), CFI(Comparative Fit Index)로 평가하였으며, 3개의 경쟁모형을 설정하여 적합도 지수를 비교하였다. 또한 SCC 척도가 집단에 관계 없이 적용가능한지 검증하기 위해 구인동등성 검증을 실시하였다. 구인동등성 검증은 요인에 동일화 제약을 가함으로써 한 검사가 두 집단에 동일하게 적용되는지 살펴보는 것이며(이금호·정혜원, 2013), 본 연구에서는 이를 확인하기 위해 구조방정식 모형을 활용한 다집단 확인적 요인분석(Multi Group Confirmatory Factor Analysis: MG-CFA)을 실시하여 요인구조 동등성(configural invariance), 요인부하량 동등성(metric invariance), 측정절편 동등성(scalar invariance)을 검증하였다. 구인동등성 검증은 이전 가정이 만족된 모형의 적합도와 비교함으로써 검증된다. 요인구조 동등성은 측정변수가 각 집단에서 동일한 요인에 부하되는지 확인하여 집단 간 기초모형 구조가 동일한지 검증하는 단계로 요인계수에 동일화 제약을 가하지 않은 상태에서 비교하며(이금호·정혜원, 2013), 요인부하량 동등성은 잠재변수가 각 집단에서 동일한 방식으로 해석되며 각 측정변수들이 각 집단에서 동일한 수준에 있는지 검증하기 위한 것으로 집단 간의 요인부하량이 동일한지 검증한다(Steenkamp & Baumgartner, 1998). 측정절편 동등성은 잠재변수에서 같은 값을 가지는 사람이 집단에 상관없이 같은 측정변수 값을 얻는지 확인하기 위해 각 측정변수의 절편이 집단 간 동일한지 검증하는 것이다(김주환·김민규·홍세희, 2009).

이후 요인들의 내적 일관성 신뢰도를 확인하기 위하여 요인별 신뢰도(Cronbach's α)를 분석하였으며, 수렴타당도 검증을 위해 본 조사의 SCC 척도 요인별 점수 평균값과 K-DOCS의 ‘과학/공학 창의성’ 9개 문항의 평균값과의 상관분석도 실시하였다.

4.2 연구결과

4.2.1 검사문항 구성 및 내용 타당도 분석

내용 타당도 분석 결과를 토대로 56개 문항으로 구성된 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’ 시안을 개발하였다. 요인별로 살펴보면, ‘학생 집단의 인지적 특성’ 6문항, ‘학생집단의 정의적 특성’ 6문항, ‘과학 수업 내현적 참여’ 5문항, ‘과학수업 외현적 참여’ 6문항, ‘과학수업 물리적 환경’ 5문항, ‘과학수업 사회문화적 환경’ 6문항, ‘과학교사의 인지적 지지’ 6문항, ‘과학교사의 정서적 지지’ 6문항, ‘개인의 창의적 경험’ 5문항, ‘집단의 창의적 경험’ 5문항으로 구성되었다. 각각의 요인과 하위요소, 문항내용, 개발근거가 [표 4-4]에 정리되어 있다.

[표 4-4] ‘과학 학급 창의성 척도’의 요인, 하위요소, 문항내용 및 근거

요인	하위 요소	문항 번호	문항내용	개발근거	
학생 집단의 인지적 특성	과학 지식, 사고 유형	1	나는 과학수업 시간에 배운 개념을 알고 있다.	제작	학생/교사
		2	나는 과학실험에 필요한 지식을 알고 있다.	제작	교사
		3	나는 과학문제를 해결하는 방법을 알고 있다.	제작	교사
		4	나는 문제가 주어지면 단순화하여 생각하는 편이다.	제작	수업관찰
		5	나는 주어진 문제나 사물에 대해 여러 각도로 생각하는 편이다.	차용	박종원(2004)
				수정	C-DEPs
학생 집단의 정의적 특성	내적 동기, 흥미	6	나는 서로 다른 아이디어를 연결하여 생각하는 편이다.	제작	학생/교사
		7	나는 과학수업 시간이 즐겁다.	차용	박종원(2004)
				수정	수업환경 척도/CCQ
		8	나는 과학을 잘하고 싶다.	제작	학생/교사
		9	나는 과학을 배울 가치가 있다고 생각한다.	제작	학생/교사
		10	나는 과학수업 시간에 적극적으로 참여하는 것을 좋아한다.	제작	학생/교사
		11	나는 어려운 문제를 해결하기 위해 노력하는 것을 좋아한다.	수정	C-DEPs
		12	나는 과학수업 시간에 새로운 경험을 하는 것을 좋아한다.	수정	교실 분위기 척도

요인	하위 요인	문항 번호	문항내용	개발근거	
과학 수업 내적 참여	몰입, 이해, 적용	13	나는 과학수업에서 배운 내용을 이해하려고 노력한다.	제작 차용	학생/교사 조연순(2012)
		14	나는 과학수업에서 배운 내용을 적용하려고 노력한다.	제작 차용	학생/교사 조연순(2012)
		15	나는 과학수업에 집중한다.	수정	C-DEPs
		16	나는 과학수업의 목표를 달성하기 위해 노력한다.	수정	C-DEPs
		17	나는 과학수업에서 학습하는 내용만큼 방법과 과정에 관심을 둔다.	수정	SSSI
과학 수업 외적 참여	탐구 활동, 표현, 협력	18	나는 과학 탐구활동에서 주도적인 역할을 담당한다.	제작	학생/교사
		19	나는 과학수업 시간에 문제를 해결하기 위해 탐구활동을 수행한다.	수정	WHIC
		20	나는 과학수업 시간에 선생님과 자주 토론한다.	수정	수업환경 척도
		21	나는 과학수업 시간에 느낀 생각을 자유롭게 표현한다.	수정	교실 분위기 척도
		22	나는 과학수업 시간에 문제를 해결하기 위해 친구와 협력한다.	제작	학생/교사
		23	나는 과학수업 시간에 배운 내용을 다이어그램이나 그래프로 정리한다.	수정	WHIC
과학 수업 물리적 환경	도전적 과제, 과학 탐구 자원, 충분한 시간, 수업 자료 안정적 공간	24	과학수업에서 다루는 내용은 일상생활과 관련이 깊다.	수정	수업환경 척도
		25	과학수업에서 과제를 해결하기 위한 시간은 충분히 주어진다.	제작 수정	학생/교사 CCQ
		26	과학수업에서는 최선을 다해야 완성할 수 있는 과제가 주어진다.	수정	KEYS
		27	과학수업 장소에는 탐구에 필요한 재료가 충분히 있다.	제작 수정	학생/교사 KEYS
		28	과학수업 장소는 정서적인 안정감을 준다.	제작	학생/교사
과학 수업 사회 문화적 환경	학급 분위기 (의사 소통 및 협력 지향)	29	과학수업에서 모르는 내용에 대해 물어볼 수 있는 친구가 있다.	제작 수정	학생/교사 ICEMCEs
		30	과학수업에서 내가 실수를 하더라도 친구들이 이해해준다.	수정	CCQ
		31	과학수업에서 새로운 아이디어를 제시하면 인정받는다.	수정	KEYS/SOQ
		32	과학수업에서 궁금한 내용을 질문하는 것이 자유롭다.	제작	학생/교사
		33	과학수업에서 친구들의 다양한 장점이 발휘된다.	제작 수정	학생/교사 KEYS
		34	과학수업에서 친구들과의 의사소통이 자유롭다.	수정	ICEMCEs

요인	하위 요소	문항 번호	문항내용	개발근거	
과학 교사의 인지적 지지	학생 주도 탐구 지원, 적절한 질문	35	과학 선생님의 설명과 질문은 나의 호기심을 자극한다.	제작	학생/교사
		36	과학 선생님의 설명과 질문은 나의 이해를 돕는다.	수정	WIHIC
		37	과학 선생님은 새로운 생각을 하도록 이끌어 주신다.	수정	ICEMCEs
		38	과학 선생님은 독특한 생각이나 반응을 칭찬해주시다.	수정	C-DEPs
		39	과학 선생님은 활동 결과에 대한 적절한 피드백을 주신다.	제작 수정	학생/교사 KEYS
		40	과학 선생님은 많은 아이디어를 제시할 수 있는 분위기를 만들어주신다.	수정	ICEMCEs
과학 교사의 정서적 지지	긍정적 태도, 긍정적 피드백	41	과학 선생님은 나를 긍정적으로 생각하신다.	수정	KEYS
		42	과학 선생님은 나의 문제에 관심을 가지신다.	수정	WIHIC
		43	과학 선생님은 나의 의견을 존중해주신다.	수정	수업환경 척도
		44	과학 선생님은 어려운 문제를 끝까지 해결하도록 격려해주신다.	수정	학교환경 척도
		45	과학 선생님은 내가 어떤 일에 실패했을 때 위로해주신다.	수정	ICEMCEs
		46	과학 선생님은 나의 기분을 배려하신다.	수정	WIHIC
개인의 창의적 경험	아이 디어 구상, 문제 해결	47	나는 과학수업에서 새로운 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.	제작	수업 관찰
		48	나는 과학수업에서 다양한 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.		
		49	나는 과학수업에서 친구와의 대화를 통해 문제를 해결한 적이 있다.		
		50	나는 과학수업에서 새롭고 가치있는 생각을 떠올려본 적이 있다.		
		51	나는 과학수업에서 새롭고 가치있는 생각을 발표하여 선생님 또는 친구들에게 인정받은 적이 있다.		
집단의 창의적 경험	아이 디어 도출, 문제 해결	52	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새로운 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.	제작	수업 관찰
		53	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 다양한 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.		
		54	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 협력을 통해 문제를 해결한 적이 있다.		
		55	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새롭고 가치 있는 결과를 만들어낸 적이 있다.		
		56	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새롭고 가치 있는 결과를 공유한 적이 있다.		

4.2.2 예비조사: ‘과학 학급 창의성 척도’ 시안 개발

1) 기술통계 분석

SCC 척도 시안의 타당도와 신뢰도를 검증하기 위해 160명의 중·고등학생을 대상으로 예비조사를 실시한 결과, SCC 척도를 구성하는 10개 요인별 응답의 평균과 표준편차가 [표 4-5]과 같이 나타났다. 요인별 평균값을 살펴보면 ‘학생집단의 정의적 특성’이 3.97로 가장 높게 나타났으며, ‘집단의 창의적 경험’이 2.86으로 가장 낮게 나타났다.

[표 4-5] 예비조사에 대한 요인 및 문항별 기술통계 (N = 160)

요인	평균	표준 편차	문항 번호	측정내용	평균	표준 편차
학생집단의 인지적 특성	3.58	.696	1	지식(과학적 개념)	3.86	.955
			5	사고유형(발산적 사고)	3.44	.909
학생집단의 정의적 특성	3.97	.708	8	내적동기(과학학습)	4.41	.787
			11	내적동기(문제해결 노력)	3.43	1.079
과학수업 내현적 참여	3.89	.687	13	이해(수업내용)	4.11	.697
			17	몰입(학습방법과 과정)	3.77	.856
과학수업 외현적 참여	3.21	.807	18	과학탐구(주도적 역할)	3.53	.926
			23	표현(다이어그램, 그래프)	2.72	1.134
과학수업 물리적 환경	3.60	.648	24	수업내용(일상생활 관련)	3.84	.916
			26	과제(도전적 과제)	3.39	.843
과학수업 사회문화적 환경	3.79	.678	29	의사소통(친구에게 질문)	4.04	.846
			33	협력(다양한 장점 발휘)	3.55	.990
과학교사의 인지적 지지	3.87	.673	35	질문(호기심 자극)	3.75	.902
			36	질문(이해에 도움)	4.06	.788
과학교사의 정서적 지지	3.86	.722	42	관심(문제에 대한 관심)	3.72	.881
			44	격려(어려운 문제해결)	3.99	.790
개인의 창의적 경험	3.00	.941	49	문제해결(친구와의 대화)	3.54	1.104
			51	인정(새롭고 가치있는 생각)	2.46	1.258
집단의 창의적 경험	2.86	1.150	52	문제해결(새로운 방법)	2.76	1.231
			54	문제해결(협력)	3.04	1.218

주. 요인별로 가장 높거나 낮은 평균값을 나타낸 문항 제시

[표 4-6]에서 각 요인별 가장 높거나 낮은 평균값을 나타낸 문항을 함께 정리했는데, 과학학습에 대한 내적동기를 측정하기 위한 8번 문항(‘학생집단의 정의적 특성’ 요인: ‘나는 과학을 잘하고 싶다’)이 평균값 4.41로 가장 높게 나타났으며, ‘작은 창의성’ 수준에 해당하는 개인의 창의적 경험을 측정하기 위한 51번 문항(‘개인의 창의적 경험’ 요인: ‘나는 과학수업에서 새롭고 가치 있는 생각을 발표하여 선생님 또는 친구들에게 인정받은 적이 있다’)이 평균값 2.46으로 가장 낮게 나타났다. 이는 학생들이 과학을 잘하고 싶다는 내적동기는 있지만 과학수업에서 새롭고 가치 있는 아이디어를 구상하고 표현하여 인정 받은 경험은 드물다는 것을 보여준다.

2) 내적 일관성 신뢰도

본 연구에서 제안한 요인별 측정 문항들의 일관성을 파악하기 위해 요인별 신뢰도(*Cronbach's α*)를 분석한 결과가 [표 4-7]에 제시되어 있다. 분석 결과, 요인별 내적합치도는 .776에서 .961 범위의 값으로 산출되었다. 대부분의 요인이 .800 이상으로 높은 내적 일관성 신뢰도를 보여주었으며, ‘물리적 환경’ 요인은 .776의 내적 합치도를 보이지만 이는 충분히 수용할만한 신뢰도로 평가된다(George & Mallery, 2003)³⁾.

각 요인의 신뢰도에 심각하게 부정적인 영향을 끼치는 하위 문항이 없는지 살펴보기 위해 ‘문항 제거 시 신뢰도(*α if item deleted*)’ 수치를 검토한 결과, [표 4-6]에서 음영으로 표시한 3개 문항이 신뢰도를 낮추는 것으로 확인되었다. 그러나 3개 문항 모두 요인별 신뢰도(*Cronbach's α*)와 ‘문항 제거 시 신뢰도’ 사이의 수치상 차이가 미미하며, 각 문항은 내용타당도 분석 결과 타당하다고 판단된 문항이므로 제거하지 않는 것으로 결정했다.

3) $\alpha \geq .9$ Excellent, $.9 > \alpha \geq .8$ Good, $.8 > \alpha \geq .7$ Acceptable, $.7 > \alpha \geq .6$ Questionable, $.6 > \alpha \geq .5$ Poor, $.5 > \alpha$ Unacceptable

[표 4-6] 예비조사에 대한 내적 일관성 신뢰도 분석 결과 ($N = 160$)

요인	문항 번호	문항 제거시 α	Cronbach's α	요인	문항 번호	문항 제거시 α	Cronbach's α
학생집단의 인지적 특성	1	.815	.850	과학수업 사회문화적 환경	29	.834	.851
	2	.806			30	.819	
	3	.796			31	.830	
	4	.847			32	.824	
	5	.834			33	.812	
	6	.850			34	.837	
학생집단의 정의적 특성	7	.832	.862	과학교사의 인지적 지지	35	.871	.883
	8	.850			36	.862	
	9	.841			37	.848	
	10	.833			38	.872	
	11	.854			39	.859	
	12	.824			40	.863	
과학수업 내현적 참여	13	.867	.888	과학교사의 정서적 지지	41	.921	.930
	14	.859			42	.918	
	15	.870			43	.913	
	16	.849			44	.921	
	17	.874			45	.915	
과학수업 외현적 참여	18	.868	.891	개인의 창의적 경험	46	.917	.896
	19	.866			47	.851	
	20	.875			48	.857	
	21	.862			49	.899	
	22	.866			50	.876	
	23	.895			51	.881	
과학수업 물리적 환경	24	.765	.776	집단의 창의적 경험	52	.952	.961
	25	.720			53	.950	
	26	.740			54	.956	
	27	.716			55	.948	
	28	.730			56	.956	

주. 음영으로 표시한 문항은 요인별 신뢰도를 낮추는 문항

3) 요인 간 상관관계 분석

SCC 척도 시안을 구성하는 10개 요인 간 상관관계를 분석하기 위해 각각의 요인을 구성하는 하위 문항들의 평균 점수로 요인의 점수를 산출하였다. 요인 점수들 간의 상관관계 분석 결과는 [표 4-7]과 같다.

[표 4-7] 예비조사에 대한 요인 간 상관관계 분석 결과 ($N = 160$)

요인	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	K-DOCS
(1)학생집단의 인지적 특성	.758*	.727*	.520*	.481*	.487*	.577*	.614*	.607*	.421*	.335*
(2)학생집단의 정의적 특성		.723*	.550*	.485*	.519*	.653*	.641*	.584*	.428*	.387*
(3)과학수업 내현적 참여			.675*	.574*	.568*	.635*	.694*	.631*	.483*	.376*
(4)과학수업 외현적 참여				.544*	.576*	.576*	.539*	.639*	.544*	.413*
(5)과학수업 물리적 환경					.688*	.608*	.638*	.589*	.567*	.411*
(6)과학수업 사회문화적 환경						.692*	.644*	.558*	.546*	.370*
(7)과학교사의 인지적 지지							.778*	.638*	.539*	.493*
(8)과학교사의 정서적 지지								.633*	.597*	.395*
(9)개인의 창의적 경험									.759*	.511*
(10)집단의 창의적 경험										.435*

주. 열은 음영: $.4 < r \leq .6$, 짙은 음영: $.6 < r$

* $p < .05$

분석 결과, 모든 요인 간에 통계적으로 유의한 정적 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 10개의 요인 중 종속변인의 속성을 지닌다고 볼 수 있는 ‘개인의 창의적 경험’과 ‘집단의 창의적 경험’에 대해 다른 요인들과의 상관관계를 살펴보면, ‘개인의 창의적 경험’은 .552-.639, ‘집단의 창의적 경험’은 .421-.597로 뚜렷한 상관관계가 존재하는 것을 확인할 수 있다. K-DOCS와 SCC 척도 시안의 10개 요인 사이에는 .335-.511의 유의한 정적 상관관계가 나타났으며, ‘개인의 창의적 경험’ 요인과의 상관관계가 .511로 가장 높게 나타났다. K-DOCS는 영역특수적인 관점에서 개인 수준의 창의성을 ‘성취’를 중심으로 평가하기 위해 개발된 척도이므로 이러한 결과는 타당하다고 볼 수 있다. K-DOCS를 지표로 하는 수렴타당도 분석은 본 조사에서 다시 실시할 것이다.

상관관계 분석 결과, 특히 높은 상관관계를 나타낸 요인들을 살펴보면 ‘과학교사의 인지적 지지’와 ‘과학교사의 정서적 지지’가 .778, ‘개인의 창의적 경험’과 ‘집단의 창의적 경험’이 .759, ‘학생집단의 인지적 특성’과 ‘학생집단의 정의적 특성’이 .758로 나타났다. 이는 ‘학생집단’, ‘과학수업 참여’, ‘과학수업 환경’, ‘과학교사’, ‘창의적 경험’ 요인을 세분화하여 10개 요인으로 제시한 본 연구의 요인 구조가

적절한지 확인할 필요가 있음을 시사한다. 이에 SCC 척도 시안의 요인 구조를 확인하기 위해 탐색적 요인분석을 실시하였다.

4) 탐색적 요인분석

SCC 척도 시안의 요인구조를 탐색하기 위해 최대우도법(maximum likelihood estimation)으로 요인을 추출하는 탐색적 요인분석을 실시하였다(Fabrigar, Wegener, MacCallum, & Strahan, 1999). [표 4-7]에 따르면 요인 간 상관이 많으며, 선행연구 분석 결과 각각의 요인이 독립적인 것으로 보기는 어려우므로, 이런 경우 주로 사용하는 ‘사각회전(oblique rotation)’을 사용하여 기초 요인구조를 회전하였다(Kieffer, 1998).

요인분석 가능 여부를 판단하기 위해 표본 적합도(Kaiser-Meyer-Olkin: KMO)를 측정한 결과 .901로 나타났으므로 예비조사 결과가 요인분석을 실시하기에 매우 우수하다고 판단할 수 있으며(Ferguson & Cox, 1993), Bartlett의 구형성 검정 통계값은 $\chi^2 = 8137.450$, $df = 2080$, $p < .001$ 으로 유의미하게 나타났으므로 요인분석에 적합한 자료임을 확인하였다.

Kaiser’s rule에 따라 요인의 고유치(eigen value)가 1이상인 요인은 12개로 나타났는데, 요인부하량이 .30 이상인 문항이 3개 이하로 묶인 요인이 2개 있었으며, 이는 독립적인 요인으로 판단하기 어려우므로 제외시켰다. 또한 1개 요인(요인 10)은 K-DOCS를 묻는 문항에 대한 요인이었으므로 [표 4-8]과 같이 총 9개의 요인이 추출되었다.

본 연구자는 SCC 척도를 개발하는 과정에서 ‘과학 학습 창의성’의 10개 구성요소를 도출하고 이를 SCC 척도의 요인으로 설정했으나, 탐색적 요인분석 결과 9개의 요인이 도출되었다. [표 4-9]에서 확인할 수 있듯이 연구자가 당초 ‘과학수업 물리적 환경’ 요인과 ‘과학수업 사회문화적 환경’ 요인으로 구별하여 제시했던 문항 대부분이 ‘요인 5’로 묶였다. 연구자는 학습 환경에 대한 선행연구(Falk & Dierking, 2000; Hong & Song, 2013)를 참고하여 ‘과학수업 환경’ 요소를 ‘물리적 환경’과 ‘사회문화적 환경’으로 구별하였으나, 탐색적 요인

분석 결과는 ‘과학 학급 창의성’에서 두 요인 각각을 개별요인으로 보기는 어렵다는 것을 보여주었다. 이에 ‘요인 5’를 ‘과학수업 환경’으로 명명하고 ‘물리적 환경’과 ‘사회문화적 환경’의 구별을 없애기로 했다.

[표 4-8] 예비조사에 대한 탐색적 요인분석 결과

초기 요인	문항 번호	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	요인 5	요인 6	요인 7	요인 8	요인 9	요인 10	수정 요인 (문항번호)
학생 집단의 인지적 특성	1	.845	-.378	.543	.153	.282	-.340	.391	.172	.269	-.181	학생 집단의 인지적 특성 (1,2,3, 4,5)
	2	.876	-.393	.403	.279	.276	-.383	.410	.311	.367	-.213	
	3	.877	-.370	.301	.278	.255	-.361	.412	.361	.373	-.259	
	4	.495	-.352	.192	.204	.300	-.279	.279	.029	.194	-.106	
	5	.408	-.469	.252	.325	.291	-.260	.288	.401	.385	-.161	
	6	.324	-.533	.154	.458	.264	-.194	.426	.409	.366	-.105	
학생 집단의 정의적 특성	7	.557	-.617	.448	.261	.357	-.542	.461	.159	.332	-.193	학생 집단의 정의적 특성 (7,8,9, 10,11,12)
	8	.415	-.558	.452	.100	.223	-.200	.350	.005	.202	-.218	
	9	.537	-.545	.404	.210	.293	-.357	.497	.130	.367	-.053	
	10	.601	-.519	.470	.472	.300	-.338	.454	.172	.443	-.205	
	11	.447	-.624	.172	.368	.230	-.343	.227	.318	.355	-.190	
	12	.488	-.777	.296	.286	.285	-.317	.353	.307	.339	-.127	
과학 수업 내현적 참여	13	.654	-.404	.698	.312	.349	-.346	.438	.208	.317	-.216	과학수업 내현적 참여 (13,14,15, 16,17)
	14	.523	-.331	.576	.518	.328	-.349	.516	.371	.516	-.199	
	15	.569	-.417	.660	.424	.345	-.406	.397	.142	.376	-.258	
	16	.466	-.372	.583	.546	.310	-.464	.476	.352	.465	-.253	
	17	.330	-.328	.556	.523	.360	-.370	.350	.299	.402	-.104	
과학 수업 외현적 참여	18	.458	-.359	.396	.747	.355	-.321	.429	.185	.428	-.324	과학수업 외현적 참여 (18,19,20, 21,22,23)
	19	.487	-.352	.333	.697	.314	-.386	.456	.355	.422	-.337	
	20	.145	-.138	.280	.723	.262	-.349	.317	.270	.370	-.104	
	21	.314	-.315	.199	.763	.278	-.308	.278	.350	.406	-.134	
	22	.292	-.301	.201	.793	.480	-.423	.337	.265	.569	-.221	
	23	.153	-.055	.171	.606	.322	-.243	.205	.443	.404	-.280	
과학 수업 물리적 환경	24	.329	-.182	.332	.253	.320	-.311	.436	.238	.453	-.163	과학 수업 환경 (25,26, 27,28,29, 30,31,32, 33,34)
	25	.225	-.051	.383	.193	.437	-.384	.397	.267	.380	-.098	
	26	.111	-.114	.148	.462	.419	-.228	.297	.234	.450	-.096	
	27	.196	-.041	.188	.226	.542	-.257	.400	.230	.443	-.098	
	28	.326	-.250	.348	.205	.595	-.393	.472	.232	.348	-.346	
과학 수업 사회 문화적 환경	29	.299	-.118	.335	.171	.733	-.432	.341	.107	.382	-.135	
	30	.283	-.309	.190	.381	.731	-.362	.358	.195	.389	-.135	
	31	.285	-.154	.113	.304	.697	-.373	.386	.282	.406	-.083	
	32	.244	-.238	.383	.281	.622	-.416	.488	.034	.370	-.162	
	33	.132	-.097	.060	.448	.644	-.577	.407	.180	.526	-.156	
	34	.169	-.234	.077	.486	.494	-.324	.479	.069	.438	-.158	

초기 요인	문항 번호	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	요인 5	요인 6	요인 7	요인 8	요인 9	요인 10	수정 요인
과학 교사의 인지적 지지	35	.452	-.438	.296	.355	.352	-.605	.392	.210	.372	-.288	과학 교사의 인지적 지지 (35,36,37, 38,39,40)
	36	.590	-.263	.503	.263	.465	-.706	.475	.143	.349	-.301	
	37	.355	-.194	.285	.361	.395	-.901	.457	.278	.544	-.345	
	38	.218	-.256	.123	.219	.428	-.619	.594	.254	.398	-.263	
	39	.389	-.103	.157	.171	.467	-.659	.632	.187	.432	-.259	
	40	.336	-.229	.166	.382	.454	-.644	.596	.311	.524	-.225	
과학 교사의 정서적 지지	41	.491	-.336	.507	.336	.417	-.442	.721	.116	.499	-.222	과학 교사의 정서적 지지 (41,42,43, 44,45,46)
	42	.356	-.231	.372	.333	.401	-.511	.752	.263	.638	-.239	
	43	.442	-.310	.379	.219	.425	-.536	.830	.172	.551	-.310	
	44	.457	-.282	.388	.226	.378	-.583	.777	.289	.492	-.181	
	45	.403	-.257	.372	.322	.452	-.439	.836	.264	.535	-.157	
	46	.378	-.283	.281	.339	.342	-.400	.863	.253	.473	-.165	
개인의 창의적 경험	47	.414	-.201	.286	.387	.362	-.453	.425	.720	.714	-.323	개인의 창의적 경험 (47,48, 50,51)
	48	.454	-.196	.282	.420	.345	-.396	.423	.695	.684	-.288	
	49	.376	-.249	.454	.307	.446	-.303	.371	.449	.581	-.152	
	50	.336	-.378	.270	.305	.281	-.392	.416	.676	.609	-.282	
	51	.283	-.220	.145	.498	.275	-.326	.405	.662	.700	-.302	
집단의 창의적 경험	52	.268	-.225	.166	.382	.376	-.318	.459	.435	.925	-.279	집단의 창의적 경험 (52,53,54, 55,56)
	53	.288	-.200	.211	.396	.445	-.368	.438	.462	.932	-.219	
	54	.243	-.138	.253	.273	.395	-.366	.478	.401	.899	-.236	
	55	.251	-.107	.206	.318	.331	-.447	.454	.369	.936	-.182	
	56	.231	-.200	.259	.356	.304	-.404	.427	.368	.906	-.218	
K-DOCS		.077	-.313	.065	.265	.143	-.147	.172	.082	.269	-.383	
		.006	-.020	.065	.268	.039	-.239	.141	.174	.281	-.653	
		.132	-.084	.084	.068	.137	-.259	.147	.037	.272	-.606	
		.262	-.147	.101	.256	.329	-.216	.089	.101	.173	-.518	
		.285	-.216	.154	.106	.121	-.264	.206	.140	.213	-.890	
		.226	-.151	.168	.048	.217	-.305	.256	.167	.310	-.700	
		.352	-.265	.103	.228	.243	-.245	.309	.276	.367	-.391	
		.279	-.108	.125	.144	.185	-.263	.238	.231	.338	-.603	
		.120	-.110	.168	.176	.161	-.249	.199	.096	.285	-.325	

다음으로 탐색적 요인분석 결과, 요인의 구조에 적합하지 않은 문항은 없는지 검토했다. 먼저 각각의 문항에 대해 요인부하량이 가장 높은 요인이 연구자가 초기에 설정한 요인과 다른 경우, 두 요인에 대한 요인부하량의 차이가 .1을 넘지 않으면 당초 연구자가 설정한 요인을 참고하여 분류하였다. 예를 들어 연구자가 ‘학생집단의 인지적 특성’으로 분류한 5번 문항의 경우, 동일한 요인으로 가정했던 1~4번은 ‘요인 1’로 분류된 반면, 5번 문항은 ‘요인 2’로 분류되었다. 그러나

둘 사이의 요인부하량 차이는 .061로 작게 나타났으므로 최종적으로 5번 문항을 ‘요인 2’가 아닌 ‘요인 1’로 분류하였다. 이에 해당하는 문항은 5번, 10번, 26번, 51번이다.

요인부하량의 차이가 .1 이상인 경우, 문항의 내용과 요인의 구조를 재검토하여 문항을 유지할지 제거할지 검토했으며, 이 과정에는 예비 문항에 대한 내용타당도 분석에 참여했던 전문가 1명이 참여했다.

먼저 6번 문항(‘나는 서로 다른 아이디어를 연결하여 생각하는 편이다.’)의 경우, 연구자는 ‘요인 1’에 속한 다수의 문항과 함께 ‘학생 집단의 인지적 특성’ 요인으로 분류하였으나, 이에 대한 요인부하량은 .324로 매우 낮게 나타났다. 오히려 ‘학생집단의 정의적 특성’으로 분류했던 문항들과 함께 ‘요인 2’로 묶였으며, 요인부하량은 .533으로 나타났다. 해당 문항은 교사와 학생이 제시한 창의성 관련 사례 분석 결과를 토대로 연구자가 제작한 것으로 박종원(2004)이 제안한 과학적 창의성의 세 가지 사고유형 중 연관적 사고유형을 측정하기 위한 것이었다. 문항의 내용으로 볼 때 ‘학생집단의 정의적 특성’ 요인보다는 ‘학생집단의 인지적 특성’ 요인에 적합하나, 요인부하량이 매우 낮게 나타났으므로 삭제하기로 했다.

24번 문항(‘과학수업에서 다루는 내용은 일상생활과 관련이 깊다.’)의 경우, 당초 연구자는 ‘요인 5’에 속한 다수의 문항과 함께 ‘과학수업 물리적 환경’ 요인으로 분류하였으나, 이에 대한 요인부하량은 .320으로 매우 낮게 나타났다. 그리고 ‘집단의 창의적 경험’으로 분류했던 문항들과 함께 ‘요인 9’로 묶였으며, 요인부하량은 .453으로 나타났다. 문항의 내용을 다시 검토한 결과, ‘과학수업에서 다루는 내용’의 의미가 수업 시간에 학생들에게 주어지는 물리적 환경으로서의 ‘내용’이 아닌 수업을 통해 도출되는 결과로서의 ‘내용’으로 이해될 소지가 있음을 확인했다. 이에 해당 문항은 삭제하기로 결정했다.

49번 문항(‘나는 과학수업에서 친구와의 대화를 통해 문제를 해결한 적이 있다.’)의 경우, 당초 연구자는 ‘요인 8’에 속한 다수의 문항과 함께 ‘개인의 창의적 경험’ 요인으로 분류하였으나, ‘집단의 창의적

경험'으로 분류했던 문항들과 함께 '요인 9'로 묶였다. 49번 문항의 경우, 주어를 '나'로 기술하기는 했으나, 문항의 내용은 친구와의 대화를 통해 문제를 해결한 경험을 나타내는 것으로 '개인'이 아닌 '집단'의 경험으로 이해될 수 있다. 그러나 49번 문항을 '집단의 창의적 경험'으로 분류할 경우, 54번 문항('우리 학급(모둠)은 과학수업에서 협력을 통해 문제를 해결한 적이 있다.')의 내용과 중복될 수 있으므로 해당 문항은 삭제하기로 했다.

이상의 예비조사 분석 결과를 토대로 9개 요인, 53개 문항으로 구성된 SCC 척도가 개발되었으며, 예비조사 결과는 SCC 척도의 문항들이 측정하고자 하는 개념인 '과학 학급 창의성' 및 구성요인을 타당하고 일관성 있게 측정할 수 있음을 보여주었다. 다만 추출된 요인 구조의 적합도를 확인하기 위해서는 예비조사와 다른 표본을 대상으로 확인적 요인분석을 실시할 필요가 있다. 이에 SCC 척도를 활용한 본 조사 과정에서 확인적 요인분석을 실시하는 동시에 구인동등성 검증, 내적일관성 신뢰도 분석, 수렴타당도 분석 등을 실시함으로써 본 연구에서 개발한 SCC 척도가 얼마나 타당한지 검증하였다.

4.2.3 본 조사: '과학 학급 창의성 척도'의 타당화

1) 기술통계

예비조사 결과 선별된 53개 문항을 활용하여 SCC 척도의 신뢰도와 타당도를 재검증하였다. 이를 위해 723명의 중·고등학생을 대상으로 본 조사를 실시했으며, SCC 척도를 구성하는 9개 요인별 응답의 평균과 표준편차를 분석한 결과가 [표 4-9]에 정리되어 있다.

요인별 평균값을 살펴보면 예비조사 분석 결과와 마찬가지로 '학생 집단의 정의적 특성'이 3.90로 가장 높게 나타났으며, '집단의 창의적 경험'이 2.84로 가장 낮게 나타났다. [표 4-9]에서 각 요인별 가장 높거나

낮은 평균값을 나타낸 문항도 함께 정리했는데, 이 결과 역시 예비 조사와 동일하게 나타났다. 과학학습에 대한 내적동기를 측정하기 위한 7번 문항(‘학생집단의 인지적 특성’ 요인: ‘나는 과학을 잘하고 싶다.’)이 평균값 4.35로 가장 높게 나타났으며, ‘작은 창의성’ 수준에 해당하는 개인의 창의적 경험을 측정하기 위한 48번 문항(‘개인의 창의적 경험’ 요인: ‘나는 과학수업에서 새롭고 가치 있는 생각을 발표하여 선생님 또는 친구들에게 인정받은 적이 있다.’)이 평균값 2.35로 가장 낮게 나타났다.

[표 4-9] 본 조사에 대한 요인 및 문항별 기술통계

요인	평균	표준 편차	문항 번호	측정내용	평균	표준 편차
학생집단의 인지적 특성	3.50	.746	1	지식(과학적 개념)	3.67	.930
			5	사고유형(발산적 사고)	3.39	.970
학생집단의 정의적 특성	3.90	.782	7	내적동기(과학학습)	4.35	.892
			10	내적동기(문제해결 노력)	3.47	1.067
과학수업 내현적 참여	3.77	.766	12	이해(수업내용)	4.01	.855
			16	몰입(학습방법과 과정)	3.61	.906
과학수업 외현적 참여	3.14	.816	21	협력(문제해결 과정)	3.59	.981
			22	생각의 표현(다이어그램, 그래프)	2.57	1.125
과학수업 환경	3.67	.634	27	학급 분위기(의사소통 지향)	4.09	.888
			24	과제(도전적 과제)	3.45	.869
			29	학급 분위기(창의성 지향)	3.45	.938
과학교사의 인지적 지지	3.70	.746	34	질문(이해에 도움)	3.87	.895
			33	질문(호기심 자극)	3.60	.932
과학교사의 정서적 지지	3.64	.809	41	긍정적 태도(의견 존중)	3.75	.883
			42	긍정적 피드백(문제해결 격려)	3.75	.935
			40	긍정적 태도(문제에 관심)	3.49	.966
개인의 창의적 경험	3.70	.962	47	아이디어 구상(개인 수준)	3.01	1.125
			48	아이디어 구상(외부의 인정)	2.35	1.197
집단의 창의적 경험	2.84	1.00	51	문제해결(협력)	3.18	1.121
			49	문제해결(새로운 방법)	2.65	1.093

주. 요인별로 가장 높거나 낮은 평균값을 나타낸 문항 제시

2) 확인적 요인분석

예비조사 결과 개발한 SCC 척도의 측정 모형이 다른 표본에서 얻은 경험적 자료와 잘 부합되는지 확인하기 위해 확인적 요인분석(confirmatory factor analysis)을 실시하였다. 탐색적 요인분석을 통해 도출한 9개 요인에 대해 측정모형 요인부하량을 살펴본 결과, 53개 문항 중 4개 문항의 요인부하량이 .600이하로 낮게 나타났다. 먼저 ‘학생집단의 인지적 특성’에 해당하는 ‘나는 문제가 주어지면 단순화하여 생각하는 편이다’ 문항의 요인부하량이 .471로 가장 낮게 나타났다. 해당 문항은 연구자가 과학수업 관찰결과를 토대로 제작한 것으로 박종원(2004)이 제안한 과학적 창의성의 세 가지 사고유형 중 수렴적 사고를 측정하기 위한 것이었다. 과학적 창의성과 관련하여 발산적 사고 뿐 아니라 수렴적 사고도 중요하지만(Runco, 1999), 해당 문항은 중·고등학교의 과학 학급 창의성의 구성요소로서 ‘학생집단의 인지적 특성’을 잘 설명하지 못하는 것으로 나타났으므로 삭제하였다.

다음으로 ‘학생집단의 정의적 특성’에 해당하는 ‘나는 과학을 잘 하고 싶다’ 문항의 요인부하량이 .584로 낮게 나타났다. 해당 문항은 연구자가 교사와 학생이 제시한 사례와 과학수업 관찰 결과를 토대로 제작한 것으로 많은 연구에서 강조하고 있는 내적동기를 측정하기 위한 것이었다(Amabile, 1996; Heinzen, Mills, & Cameron, 1993). 또한 앞서 [표 4-9]에서 제시한 기술통계 분석 결과 평균값이 가장 높게 나타난 문항이기도 하다. 그러나 해당 문항은 과학 학급 창의성의 구성요소로서 ‘학생집단의 정의적 특성’을 잘 설명하지 못하는 것으로 나타났으므로 삭제하였다.

‘과학수업 외현적 참여’에 해당하는 ‘나는 과학수업 시간에 배운 내용을 다이어그램이나 그래프로 정리한다’ 문항의 요인부하량은 .598로 낮게 나타났다. 해당 문항은 Fraser *et al.*(1996)이 개발한 WIHIC의 문항을 수정한 것으로 학생들이 과학수업 시간에 자신의 생각이나 수집한 자료를 표현하는 외현적 참여 과정을 측정하기 위한

것이였다. 그러나 해당 문항은 ‘과학수업 외현적 참여’를 설명하는 다른 문항에 비해 협소한 내용을 다루고 있으며 요인부하량이 낮게 나타났으므로 삭제하였다.

‘과학수업 환경’에 해당하는 ‘과학수업에서 모르는 내용에 대해 물어볼 수 있는 친구가 있다’ 문항의 요인부하량은 .503으로 낮게 나타났다. 해당 문항은 ICEMCEs(박병기·박상범, 2009)가 ‘친구 환경’ 요인으로 개발한 문항을 수정한 것으로 의사소통을 지향하는 학급 분위기를 측정하기 위한 것이였다. 그러나 문항의 내용을 다시 검토한 결과, 의사소통이 활발한 학급의 분위기가 아닌 과학을 잘 하는 친구가 있는지를 묻는 문항으로 이해될 소지가 있었다. 따라서 해당 문항이 과학 학급 창의성의 구성요소로서 ‘과학수업 환경’을 잘 설명한다고 보기는 어려우므로 삭제하였다.

이상의 논의를 토대로 4개 문항을 분석에서 제외시켰으며, 최종적으로 [표 4-10]의 49개 문항을 SCC 척도의 최종문항으로 정하였다.

[표 4-10] ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’의 최종 문항

요소	하위 요소	문항 번호	문항내용
학생 집단의 인지적 특성	과학 지식, 사고 유형	1	나는 과학수업 시간에 배운 개념을 알고 있다.
		2	나는 과학실험에 필요한 지식을 알고 있다.
		3	나는 과학문제를 해결하는 방법을 알고 있다.
		4	나는 주어진 문제나 사물에 대해 여러 각도로 생각하는 편이다.
학생 집단의 정의적 특성	내적 동기, 흥미	5	나는 과학수업 시간이 즐겁다.
		6	나는 과학을 배울 가치가 있다고 생각한다.
		7	나는 과학수업 시간에 적극적으로 참여하는 것을 좋아한다.
		8	나는 어려운 문제를 해결하기 위해 노력하는 것을 좋아한다.
		9	나는 과학수업 시간에 새로운 경험을 하는 것을 좋아한다.
과학 수업 내현적 참여	몰입, 이해, 적용	10	나는 과학수업에서 배운 내용을 이해하려고 노력한다.
		11	나는 과학수업에서 배운 내용을 적용하려고 노력한다.
		12	나는 과학수업에 집중한다.
		13	나는 과학수업의 목표를 달성하기 위해 노력한다.
		14	나는 과학수업에서 학습하는 내용만큼 방법과 과정에 관심을 둔다.

요소	하위 요소	문항 번호	문항내용
과학 수업 외현적 참여	탐구 활동, 표현, 협력	15	나는 과학 탐구활동에서 주도적인 역할을 담당한다.
		16	나는 과학수업 시간에 문제를 해결하기 위해 탐구활동을 수행한다.
		17	나는 과학수업 시간에 선생님과 자주 토론한다.
		18	나는 과학수업 시간에 느낀 생각을 자유롭게 표현한다.
		19	나는 과학수업 시간에 문제를 해결하기 위해 친구와 협력한다.
과학 수업 환경	도전적 과제, 과학 탐구 자원, 충분한 시간, 안정적 공간, 학급 분위기	20	과학수업에서 과제를 해결하기 위한 시간은 충분히 주어진다.
		21	과학수업에서는 최선을 다해야 완성할 수 있는 과제가 주어진다.
		22	과학수업 장소에는 탐구에 필요한 재료가 충분히 있다.
		23	과학수업 장소는 정서적인 안정감을 준다.
		24	과학수업에서 내가 실수를 하더라도 친구들이 이해해준다.
		25	과학수업에서 새로운 아이디어를 제시하면 인정받는다.
		26	과학수업에서 궁금한 내용을 질문하는 것이 자유롭다.
		27	과학수업에서 친구들의 다양한 장점이 발휘된다.
과학 교사의 인지적 지지	학생 주도 탐구 지원, 적절한 질문	29	과학 선생님의 설명과 질문은 나의 호기심을 자극한다.
		30	과학 선생님의 설명과 질문은 나의 이해를 돕는다.
		31	과학 선생님은 새로운 생각을 하도록 이끌어 주신다.
		32	과학 선생님은 독특한 생각이나 반응을 칭찬해주시다.
		33	과학 선생님은 활동 결과에 대한 적절한 피드백을 주신다.
		34	과학 선생님은 많은 아이디어를 제시할 수 있는 분위기를 만들어주신다.
과학 교사의 정서적 지지	긍정적 태도, 긍정적 피드백	35	과학 선생님은 나를 긍정적으로 생각하신다.
		36	과학 선생님은 나의 문제에 관심을 가지신다.
		37	과학 선생님은 나의 의견을 존중해주시다.
		38	과학 선생님은 어려운 문제를 끝까지 해결하도록 격려해주시다.
		39	과학 선생님은 내가 어떤 일에 실패했을 때 위로해주시다.
		40	과학 선생님은 나의 기분을 배려하신다.
개인의 창의적 경험	아이 디어 구상, 문제 해결	41	나는 과학수업에서 새로운 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.
		42	나는 과학수업에서 다양한 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.
		43	나는 과학수업에서 새롭고 가치있는 생각을 떠올려본 적이 있다.
		44	나는 과학수업에서 새롭고 가치있는 생각을 발표하여 선생님 또는 친구들에게 인정받은 적이 있다.

요소	하위 요소	문항 번호	문항내용
집단의 창의적 경험	아이 디어 도출, 문제 해결	45	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새로운 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.
		46	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 다양한 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.
		47	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 협력을 통해 문제를 해결한 적이 있다.
		48	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새롭고 가치 있는 결과를 만들어낸 적이 있다.
		49	우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새롭고 가치 있는 결과를 공유한 적이 있다.

[표 4-10]의 최종문항에 대해 가설적 구인인 잠재변수와 실제 문항인 측정변수 사이의 적합도를 확인하기 위해 3가지 대안모형을 설정하여 적합도 지수를 비교하였으며, 각 모형은 [표 4-11]과 같다.

[표 4-11] 확인적 요인분석을 위한 과학 학급 창의성 척도 대안모형

모형	내용
[모형1] 9요인	학생집단의 인지적 특성, 학생집단의 정의적 특성, 과학수업 내현적 참여, 과학수업 외현적 참여, 과학수업 환경, 과학교사의 인지적 지지, 과학교사의 정서적 지지, 개인의 창의적 경험, 집단의 창의적 경험
[모형2] 5요인	학생집단, 과학수업 참여, 과학수업 환경, 과학교사, 창의적 경험
[모형3] 9요인(1차) -4요인(2차)	학생집단(학생집단의 인지적 특성/학생집단의 정의적 특성), 과학수업 참여(과학수업 내현적 참여/과학수업 외현적 참여), 과학수업 환경, 과학교사(과학교사의 인지적 지지/과학교사의 정서적 지지), 창의적 경험(개인의 창의적 경험/집단의 창의적 경험)

[모형 1]은 예비조사 결과를 통해 도출한 9요인 모형이며, [모형2]는 2.2.2절 ‘과학 학급 창의성’의 기본 모형에서 제안한 5요인 모형이다. [모형 3]은 ‘학생집단’, ‘과학수업 참여’, ‘과학교사’, ‘창의적 경험’을 2차 요인으로 하여 ‘학생집단’ 요인에는 ‘학생집단의 인지적 특성’과

‘학생집단의 정의적 특성’이, ‘과학수업 참여’ 요인에는 ‘과학수업 내현적 참여’와 ‘과학수업 외현적 참여’가, ‘과학교사’ 요인에는 ‘과학교사의 인지적 지지’와 ‘과학교사의 정서적 지지’가, ‘창의적 경험’ 요인에는 ‘개인의 창의적 경험’과 ‘집단의 창의적 경험’이 1차 요인으로 속하고, ‘과학수업 환경’도 1차 요인으로 갖는 모형이다.

[표 4-12] 과학 학급 창의성 척도 대안모형에 대한 적합도 지수

모형	χ^2	df	NFI	TLI	CFI	RMSEA (신뢰구간)
[모형1] 9요인	3472.133	1091	.877	.901	.912	.055 (.053-.057)
[모형2] 5요인	5305.744	1117	.812	.830	.845	.072 (.070-.074)
[모형3] 9-4요인	3663.957	1109	.870	.895	.905	.056 (.054-.059)

구조방정식 모형에서는 특정 모형이 실제 자료와 부합하는 정도를 적합도 지수를 사용하여 평가하는데, [표 4-12]는 확인적 요인분석 결과 나타난 각 모형의 적합도 지수를 보여준다.

먼저 ‘과학 학급 창의성 척도’ 대안모형에 대한 χ^2 값을 살펴보면, 3개 모형 모두에 대해 모형과 자료의 구조가 부합하지 않는 것으로 나타났다. 그러나 카이제곱(χ^2) 검정은 지나치게 엄격하여 모형을 쉽게 기각하는 문제점이 있고, 표본 크기의 영향을 많이 받기 때문에 단순히 참고하는 것이 최근 연구의 추세이며(이순목, 2000), 다른 적합도 지수들이 모형의 적합도를 지지한다면 모형 설정이 제대로 되었다고 판단할 수 있다. 이에 본 연구에서는 표본크기에 비교적 덜 민감한 절대적합도 지수 RMSEA와 상대적합도 지수 NFI, CFI, TLI를 비교하여 어떤 모형이 자료에 적합한지 확인하였다.

절대적합도 지수인 RMSEA의 경우, .08 이하면 좋은 적합도, .06 이하면 매우 좋은 적합도로 판단하는데(Hu & Bentler, 1999), [표 4-12]에서 볼 수 있듯이 [모형 1] 9요인 모형과 [모형 3] 9-4요인 모형의

RMSEA는 각각 .055(90% 신뢰구간 .053-.057)와 .056(90% 신뢰구간 .054-.059)으로 나타나 매우 높은 적합도를 보였다. [모형 2] 5요인 모형의 RMSEA는 .072(90% 신뢰구간 .070-.074)로 나타났다.

상대적합도 지수에 해당하는 NFI, CFI, TLI 지수의 경우, 각각 .9 이상일 경우 좋은 적합도로 판단하는데(Bentler, 1990), 분석 결과 [모형 1] 9요인 모형이 .877-.901의 수치로 산출되어 가장 높은 적합도를 보여주었다. 특히 9요인 모형의 CFI 지수는 .912로 좋은 적합도를 보였으며, 표본 크기에 제일 영향을 덜 받는 것으로 알려진 TLI 지수도 .901로 좋은 적합도를 나타냈다. 이에 예비조사 결과 도출한 9요인 모형을 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’ 모형으로 채택했으며, 확인적 요인분석 결과는 9요인 모형이 경험적 자료와 양호한 적합도를 보인다는 것을 확인시켜 주었다.

[표 4-13] 확인적 요인분석의 측정모형 요인부하량 분석 결과

경로	회귀계수		요인부하량
	추정치	표준오차	추정치
Q1 ← 학생집단의 인지적 특성	1.000		.862
Q2 ← 학생집단의 인지적 특성	.991 ***	.033	.861
Q3 ← 학생집단의 인지적 특성	1.036 ***	.032	.896
Q4 ← 학생집단의 인지적 특성	.782 ***	.040	.647
Q5 ← 학생집단의 정의적 특성	1.000		.789
Q6 ← 학생집단의 정의적 특성	.719 ***	.037	.692
Q7 ← 학생집단의 정의적 특성	1.014 ***	.039	.870
Q8 ← 학생집단의 정의적 특성	.912 ***	.044	.730
Q9 ← 학생집단의 정의적 특성	.888 ***	.039	.776
Q10 ← 과학수업 내현적 참여	1.000		.776
Q11 ← 과학수업 내현적 참여	1.077 ***	.050	.761
Q12 ← 과학수업 내현적 참여	1.121 ***	.049	.798
Q13 ← 과학수업 내현적 참여	1.152 ***	.047	.844
Q14 ← 과학수업 내현적 참여	1.115 ***	.047	.816
Q15 ← 과학수업 외현적 참여	1.000		.750
Q16 ← 과학수업 외현적 참여	.989 ***	.045	.811
Q17 ← 과학수업 외현적 참여	1.005 ***	.049	.754

경로				회귀계수		요인부하량
				추정치	표준오차	추정치
Q18	←	과학수업 외현적 참여		1.022 ***	.048	.779
Q19	←	과학수업 외현적 참여		.921 ***	.046	.740
Q20	←	과학수업 환경		1.000		.679
Q21	←	과학수업 환경		.910 ***	.060	.615
Q22	←	과학수업 환경		.937 ***	.062	.612
Q23	←	과학수업 환경		1.073 ***	.068	.639
Q24	←	과학수업 환경		.886 ***	.059	.607
Q25	←	과학수업 환경		1.082 ***	.065	.677
Q26	←	과학수업 환경		1.068 ***	.064	.686
Q27	←	과학수업 환경		1.147 ***	.068	.696
Q28	←	과학수업 환경		1.224 ***	.070	.721
Q29	←	과학교사의 인지적 지지		1.000		.723
Q30	←	과학교사의 인지적 지지		1.006 ***	.050	.758
Q31	←	과학교사의 인지적 지지		1.084 ***	.051	.802
Q32	←	과학교사의 인지적 지지		1.081 ***	.053	.776
Q33	←	과학교사의 인지적 지지		.999 ***	.049	.768
Q34	←	과학교사의 인지적 지지		1.125 ***	.054	.795
Q35	←	과학교사의 정서적 지지		1.000		.814
Q36	←	과학교사의 정서적 지지		1.105 ***	.041	.845
Q37	←	과학교사의 정서적 지지		1.013 ***	.037	.847
Q38	←	과학교사의 정서적 지지		1.081 ***	.039	.853
Q39	←	과학교사의 정서적 지지		1.080 ***	.038	.867
Q40	←	과학교사의 정서적 지지		1.079 ***	.042	.821
Q41	←	개인의 창의적 경험		1.000		.861
Q42	←	개인의 창의적 경험		1.068 ***	.033	.900
Q43	←	개인의 창의적 경험		.930 ***	.039	.755
Q44	←	개인의 창의적 경험		.987 ***	.041	.752
Q45	←	집단의 창의적 경험		1.000		.871
Q46	←	집단의 창의적 경험		1.046 ***	.030	.905
Q47	←	집단의 창의적 경험		.897 ***	.035	.762
Q48	←	집단의 창의적 경험		1.058 ***	.033	.866
Q49	←	집단의 창의적 경험		1.052 ***	.034	.852

*** p<.001

[표 4-13]은 확인적 요인분석에서 나타난 측정모형 요인부하량을 보여준다. ‘학생집단의 인지적 특성’ 요인은 4개의 문항으로 구성되어 있으며, 문항별 요인부하량은 .647-.896으로 나타났다. ‘학생집단의 정의적 특성’ 요인은 5개 문항으로 구성되어 있으며, 요인부하량은 .692-.870으로 나타났다. ‘과학수업 내현적 참여’는 5개 문항으로 구성되어 있으며, 요인부하량은 .761-.844로 나타났다. ‘과학수업 외현적 참여’는 6개 문항으로 구성되어 있으며, 요인부하량은 .740-.811로 나타났다. ‘과학수업 환경’은 9개 문항으로 구성되어 있으며, 요인부하량은 .607-.721로 나타났다. ‘과학교사의 인지적 지지’는 6개 문항으로 구성되어 있으며, 요인부하량은 .723-.802로 나타났다. ‘과학교사의 정서적 지지’는 6개 문항으로 구성되어 있으며, 요인부하량은 .814-.867로 나타났다. ‘개인의 창의적 경험’은 4개 문항으로 구성되어 있으며, 요인부하량은 .752-.900으로 나타났다. ‘집단의 창의적 경험’은 5개 문항으로 구성되어 있으며, 요인부하량은 .762-.905로 나타났다.

3) 구인동등성 검증

본 연구에서는 중·고등학생을 대상으로 자료를 수집하였으며, SCC 척도가 학교급에 관계없이 적용가능한지 검증하기 위해 9개의 요인으로 구성된 SCC 척도의 구인동등성을 요인구조 동등성, 요인부하량 동등성, 측정절편 동등성 검증을 통해 확인하였다.

[표 4-14] 과학 학급 창의성 척도의 구인동등성 검증 (중학생 vs. 고등학생)

모형	χ^2	df	RMSEA (신뢰구간)	NFI	TLI	CFI
모형1(기저모형): 요인구조 동등성	5053.921	2182	.043 (.041-.044)	.824	.877	.891
모형2: 요인부하량 동등성	5126.820	2222	.043 (.041-.044)	.822	.878	.889
모형3: 측정절편 동등성	5498.693	2271	.044 (.043-.046)	.809	.867	.877
모형비교	$\Delta\chi^2$	Δdf	유의확률	ΔNFI	ΔTLI	ΔCFI
모형1 vs. 모형2	72.899	40	.001	-.003	.001	-.002

[표 4-14]는 구인동등성 검증 결과를 정리한 것이다. 먼저 두 집단의 요인구조 동등성을 살펴보면, CFI가 .891, RMSEA가 .043으로 어느 정도 적합도 기준에 부합하여 모형이 자료에 적합한 것으로 나타났으며, 요인구조 동등성은 충족되었다고 판단된다.

다음으로 요인부하량 동등성 검증을 위해 측정모형에서 각각의 잠재변인에 걸리는 요인부하량이 동일하다는 제약을 가한 요인부하량 동등성 모형(모형2)과 기저모형(모형1)의 카이제곱(χ^2) 값과 자유도를 비교한 결과, ‘기저모형과 요인부하량 동등성 모형이 동일하다’는 영가설이 기각되었다. 따라서 두 집단의 요인부하량은 다르다고 할 수 있다. 이에 중학생과 고등학생을 구별하여 과학 학급 창의성 모형의 적합도 지수를 분석하였으며, 그 결과가 [표 4-15]에 정리되어 있다.

[표 4-15] 과학 학급 창의성 모형 적합도 지수 (중학생 vs. 고등학생)

모형	χ^2	df	NFI	TLI	CFI	RMSEA (신뢰구간)
9요인 모형 (중학생)	1873.176	998	.830	.900	.911	.060 (.056-.064)
9요인 모형 (고등학생)	2838.769	998	.832	.868	.883	.062 (.060-.065)

중학생은 9요인 모형에 대해 좋은 적합도를 나타냈으며(CFI = .911, TLI = .900, RMSEA = .060), 고등학생은 중학생에 비해 낮은 적합도를 보였다(CFI = .883, TLI = .868, RMSEA = .062). 고등학생의 모형 적합도가 낮은 원인으로 고등학생들 사이에 집단차가 있을 수 있다는 가능성을 검토해 보았다. 집단차가 있는 경우 그 차이를 무시하고 요인분석을 실시하면 실제의 요인구조를 밝히기 어려워서 적합도 지수가 낮게 나타날 수 있기 때문이다(김수진, 2010). 고등학생의 경우, 1학년은 국민 공통 기본교육과정의 적용을 받지만 2학년부터는 인문계열과 자연계열로 나누어진다. 본 연구에 참여한 고등학교 2, 3학년 학생들은 자연계열에서 과학 수업을 듣는 학생이었기 때문에 고등학교 1학년 학생들과는 다른 요인구조를 가지고 있을 수 있다. 이에 중학생과

고등학교 1학년 학생을 비교하기 위한 구인동등성 검증을 실시하였으며, 그 결과가 [표 4-16]에 정리되어 있다.

[표 4-16] 과학 학급 창의성 척도의 구인동등성 검증 (중학생 vs. 고1 학생)

모형	χ^2	df	RMSEA (신뢰구간)	NFI	TLI	CFI
모형1(기저모형): 요인구조 동등성	4407.912	2182	.044 (.042-.046)	.806	.877	.890
모형2: 요인부하량 동등성	4461.032	2222	.043 (.042-.045)	.804	.878	.890
모형3: 측정절편 동등성	4692.007	2271	.045 (.043-.046)	.794	.871	.881
모형비교	$\Delta\chi^2$	Δdf	유의확률	ΔNFI	ΔTLI	ΔCFI
모형1 vs. 모형2	53.120	40	.080	-.003	.001	.000
모형2 vs. 모형3	230.975	49	.000	-.010	-.007	-.009

먼저 두 집단의 요인구조 동등성을 살펴보면, 어느 정도 적합도 기준에 부합하여 모형이 자료에 적합한 것으로 나타났으며(CFI = .890, RMSEA = .044), 요인구조 동등성은 충족되었다고 판단된다. 다음으로 요인부하량 동등성 모형(모형2)과 기저모형(모형1)의 χ^2 값의 차이는 유의미하지 않았다. 또한 모형2는 모형1과 비교했을 때, TLI와 RMSEA 값이 오히려 좋아졌기 때문에 요인부하량 동등성은 성립되었다 ($\Delta TLI = .001$, $\Delta RMSEA = -.001$). 이는 중학생과 고등학교 1학년 학생 집단에서 측정도구가 동일한 방식으로 작동하고 있음을 보여준다.

요인부하량 동등성이 성립되었으므로 측정절편 동등성을 검증하기 위해 요인부하량 동등성 모형(모형2)과 측정절편 동등성 모형(모형3) 간의 적합도를 비교하였다. 모형2와 모형3의 χ^2 값의 차이는 유의하였으므로, 측정절편 동등성은 기각되었다. 이는 두 집단 사이에서 측정절편이 동일한 방식으로 작동하지 않음을 보여주며, 집단 사이에서 관찰된 평균 차이는 잠재변인에 대한 집단 간 실제 차이를 반영하지 못함을 의미한다. 그러나 요인부하량 동등성이 성립되었으므로 두 집단 간 교차타당성은 확보된 것으로 볼 수 있다.

최종적으로 중학생과 고등학교 1학년 학생을 하나의 집단(집단1)으로 보고 고등학교 2, 3학년 학생을 다른 집단(집단2)으로 가정했을 때 두 집단을 비교하기 위한 구인동등성 검증을 실시하였으며, 그 결과가 [표 4-17]에 정리되어 있다.

[표 4-17] 과학 학급 창의성 척도의 구인동등성 검증 (중학생+고1 학생 vs. 고2, 3 학생)

모형	χ^2	df	RMSEA (신뢰구간)	NFI	TLI	CFI
모형1(기저모형): 요인구조 동등성	4959.039	2182	.042 (.040-.044)	.831	.884	.897
모형2: 요인부하량 동등성	5031.234	2222	.042 (.040-.043)	.829	.885	.896
모형3: 측정절편 동등성	5366.178	2271	.043 (.042-.045)	.818	.876	.885
모형비교	$\Delta\chi^2$	Δdf	유의확률	ΔNFI	ΔTLI	ΔCFI
모형1 vs. 모형2	72.195	40	.001	.003	-.001	-.001

먼저 두 집단의 요인구조 동등성을 살펴보면, 어느 정도 적합도 기준에 부합하여 모형이 자료에 적합한 것으로 나타났으며(CFI = .897, RMSEA = .042), 요인구조 동등성은 충족되었다고 판단된다.

다음으로 요인부하량 동등성 모형(모형2)과 기저모형(모형1)의 χ^2 값의 차이는 유의하였으므로 요인부하량 동등성은 기각되었고, 두 집단 간 교차타당성은 확보되지 않았다. 이에 두 집단을 구별하여 측정모형 요인부하량을 비교하였으며, 그 결과는 [표 4-18]과 같다.

[표 4-18]에서 확인할 수 있듯이 중학생과 고등학교 1학년 학생 집단(집단1)과 고등학교 2, 3학년 학생 집단(집단2)의 문항별 요인부하량은 다르게 나타났다. 집단1의 요인부하량은 .631-.911로 비교적 높게 나타난 반면, 집단2의 요인부하량은 .391-.917로 나타났다. 특히 집단2의 경우, 요인부하량이 .600이하로 나타난 문항이 6개 있었다. 특히 ‘과학수업 환경’ 요인에 해당하는 4개 문항의 요인부하량이 낮게 나타났으며, 이들은 ‘도전적 과제’(21번: ‘과학수업에서는 최선을 다해

야 완성할 수 있는 과제가 주어진다'), '과학탐구 자원'(22번: '과학 수업 장소에는 탐구에 필요한 재료가 충분히 있다'), '안정적 공간'(23번: '과학수업 장소는 정서적인 안정감을 준다'), '학급 분위기'(24번: '과학 수업에서 내가 실수를 하더라도 친구들이 이해해준다')에 대한 문항이었다. 해당 문항들은 고등학교 2, 3학년의 '과학수업 환경'을 잘 설명한다고 보기는 어려우며, 이는 실제 우리나라 고등학교 2, 3학년 자연계열 과학수업 맥락을 반영한 결과로 해석할 수 있다. 또한 '학생 집단의 인지적 특성' 요인에 해당하는 4번 문항('나는 주어진 문제나 사물에 대해 여러 각도로 생각하는 편이다')의 요인부하량은 .472, '학생집단의 정의적 특성' 요인에 해당하는 6번 문항('나는 과학을 배울 가치가 있다고 생각한다')의 요인부하량은 .574로 비교적 낮게 나타났다.

[표 4-18] 집단간 측정모형 요인부하량 분석 결과 비교 (중학생+고1 학생 vs. 고2, 3 학생)

경로			요인부하량	
			집단1 (중학생+고1 학생)	집단2 (고2, 3 학생)
Q1	←	학생집단의 인지적 특성	.875	.808
Q2	←	학생집단의 인지적 특성	.868 ***	.826 ***
Q3	←	학생집단의 인지적 특성	.900 ***	.889 ***
Q4	←	학생집단의 인지적 특성	.687 ***	.472 ***
Q5	←	학생집단의 정의적 특성	.790	.790
Q6	←	학생집단의 정의적 특성	.744 ***	.574 ***
Q7	←	학생집단의 정의적 특성	.881 ***	.847 ***
Q8	←	학생집단의 정의적 특성	.742 ***	.681 ***
Q9	←	학생집단의 정의적 특성	.797 ***	.683 ***
Q10	←	과학수업 내현적 참여	.784	.772
Q11	←	과학수업 내현적 참여	.786 ***	.672 ***
Q12	←	과학수업 내현적 참여	.796 ***	.830 ***
Q13	←	과학수업 내현적 참여	.859 ***	.779 ***
Q14	←	과학수업 내현적 참여	.840 ***	.715 ***
Q15	←	과학수업 외현적 참여	.767	.700
Q16	←	과학수업 외현적 참여	.834 ***	.736 ***

경로			요인부하량	
			집단1 (중학생+고1 학생)	집단2 (고2, 3 학생)
Q17	←	과학수업 외현적 참여	.752 ***	.739 ***
Q18	←	과학수업 외현적 참여	.793 ***	.736 ***
Q19	←	과학수업 외현적 참여	.760 ***	.652 ***
Q20	←	과학수업 환경	.684	.632
Q21	←	과학수업 환경	.655 ***	.391 ***
Q22	←	과학수업 환경	.634 ***	.485 ***
Q23	←	과학수업 환경	.663 ***	.450 ***
Q24	←	과학수업 환경	.631 ***	.522 ***
Q25	←	과학수업 환경	.682 ***	.704 ***
Q26	←	과학수업 환경	.697 ***	.663 ***
Q27	←	과학수업 환경	.697 ***	.641 ***
Q28	←	과학수업 환경	.711 ***	.722 ***
Q29	←	과학교사의 인지적 지지	.731	.698
Q30	←	과학교사의 인지적 지지	.758 ***	.753 ***
Q31	←	과학교사의 인지적 지지	.814 ***	.754 ***
Q32	←	과학교사의 인지적 지지	.768 ***	.765 ***
Q33	←	과학교사의 인지적 지지	.774 ***	.731 ***
Q34	←	과학교사의 인지적 지지	.786 ***	.771 ***
Q35	←	과학교사의 정서적 지지	.807	.820
Q36	←	과학교사의 정서적 지지	.825 ***	.881 ***
Q37	←	과학교사의 정서적 지지	.825 ***	.874 ***
Q38	←	과학교사의 정서적 지지	.856 ***	.805 ***
Q39	←	과학교사의 정서적 지지	.864 ***	.834 ***
Q40	←	과학교사의 정서적 지지	.798 ***	.828 ***
Q41	←	개인의 창의적 경험	.857	.881
Q42	←	개인의 창의적 경험	.898 ***	.917 ***
Q43	←	개인의 창의적 경험	.785 ***	.653 ***
Q44	←	개인의 창의적 경험	.760 ***	.712 ***
Q45	←	집단의 창의적 경험	.866	.865
Q46	←	집단의 창의적 경험	.911 ***	.869 ***
Q47	←	집단의 창의적 경험	.820 ***	.627 ***
Q48	←	집단의 창의적 경험	.876 ***	.829 ***
Q49	←	집단의 창의적 경험	.865 ***	.852 ***

주. 음영은 해당 집단에서 요인부하량이 .600이하인 문항

4) 내적 일관성 신뢰도

[표 4-19]는 요인별 측정 문항들의 일관성을 파악하기 위해 요인별 내적 일관성 신뢰도(*Cronbach's α*)를 분석한 결과를 보여준다. 분석 결과, 요인별 내적합치도는 .874에서 .936 범위의 값으로 산출되어 높은 내적 일관성 신뢰도를 보여주었다.

[표 4-19] 과학 학급 창의성 척도의 내적 일관성 신뢰도 분석 결과

SCC 척도 요인	문항수(개)	<i>Cronbach's α</i>
학생집단의 인지적 특성	4	.883
학생집단의 정의적 특성	5	.879
과학수업 내현적 참여	5	.897
과학수업 외현적 참여	5	.878
과학수업 환경	9	.874
과학교사의 인지적 지지	6	.874
과학교사의 정서적 지지	6	.898
개인의 창의적 경험	4	.936
집단의 창의적 경험	5	.883

5) 수렴타당도

수렴타당도는 동일한 특성을 다른 방법으로 측정했을 때 높은 상관 관계를 보이는 것으로 증명될 수 있다. 본 연구에서는 Kaufman(2012)의 ‘창의성 영역 검사(K-DOCS)’ 중 ‘과학/공학 창의성’과 관련된 9개의 문항에 대한 검사를 지표로 선정하여 수렴타당도를 분석했다.

[표 4-20]은 SCC 척도의 평균값과 K-DOCS의 ‘과학/공학 창의성’ 점수 평균값 사이의 상관분석 결과를 보여주며, SCC 척도의 전체문항 평균값과 K-DOCS 평균값 사이에는 ‘비교적 강한 정적 상관관계($r = .408$)’가 나타났으므로(Rea & Parker, 2005)⁴⁾, SCC 척도의 수렴타당도는 지지된 것으로 판단할 수 있다.

4) $r \leq .1$ 관련 없음, $.1 < r \leq .2$ 약한 관련성, $.2 < r \leq .4$ 보통의 관련성, $.4 < r \leq .6$ 비교적 강한 관련성, $.6 < r \leq .8$ 강한 관련성, $.8 < r$ 매우 강한 관련성

[표 4-20] SCC 척도와 K-DOCS의 상관분석 결과

요인명	N	Pearson 상관계수	유의확률 (양쪽)
학생집단의 인지적 특성	723	.354***	.000
학생집단의 정의적 특성	723	.393***	.000
과학수업 내현적 참여	723	.327***	.000
과학수업 외현적 참여	723	.316***	.000
과학수업 환경	723	.319***	.000
과학교사의 인지적 지지	723	.285***	.000
과학교사의 정서적 지지	723	.294***	.000
개인의 창의적 경험	723	.368***	.000
집단의 창의적 경험	723	.309***	.000
전체 문항 평균	723	.408***	.000

*** p<.001

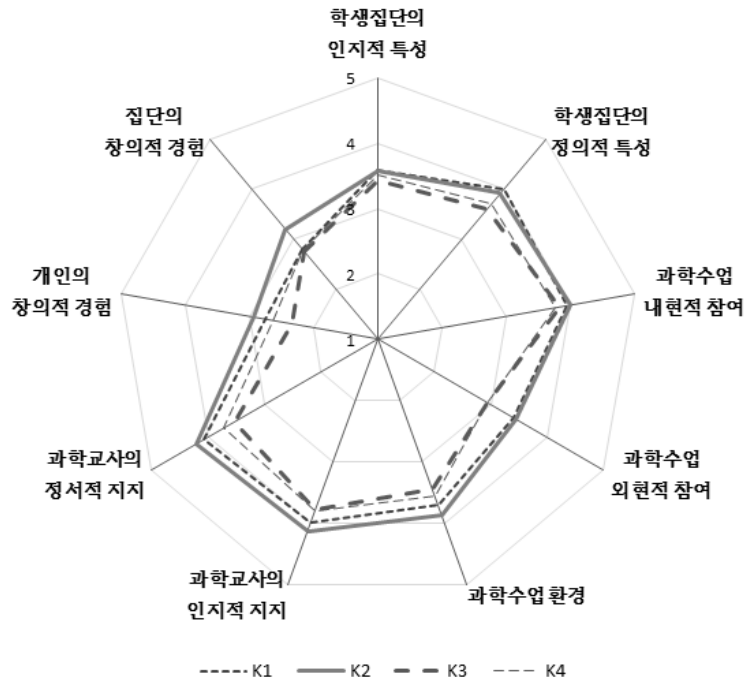
요인별로 살펴보면, ‘학생집단의 정의적 특성’이 가장 높은 정적 상관관계($r = .393$)를 나타냈으며, ‘과학교사의 인지적 지지’가 가장 낮은 정적 상관관계($r = .285$)를 나타냈다. 이는 K-DOCS의 ‘과학/공학 창의성’ 척도는 SCC 척도와 마찬가지로 과학 영역의 특수성을 반영한 창의성을 평가하나, SCC 척도와 달리 개인 수준에서 드러나는 창의성을 평가하는 도구이므로 학생의 특성과 관련된 요인과의 상관관계가 다른 요인에 비해 높게 나타난 것으로 해석할 수 있다. K-DOCS가 평가하는 창의적인 성취와 가장 유사한 개념인 ‘창의적 경험’과의 상관관계 분석 결과를 살펴보다라도 ‘개인의 창의적 경험’과의 상관관계($r = .368$)가 ‘집단의 창의적 경험’과의 상관관계($r = .309$)보다 다소 높게 나타났다. 그러나 전반적으로 SCC 척도의 구성요인과 K-DOCS의 ‘과학/공학 창의성’ 척도 사이에는 .285-.393의 정적 상관관계가 나타났으므로 SCC 척도가 K-DOCS의 ‘과학/공학 창의성’ 척도가 측정하는 개념과 유사한 특성을 측정하고 있음을 확인하였다.

4.2.4 ‘과학 학급 창의성 척도’의 해석 및 활용방안

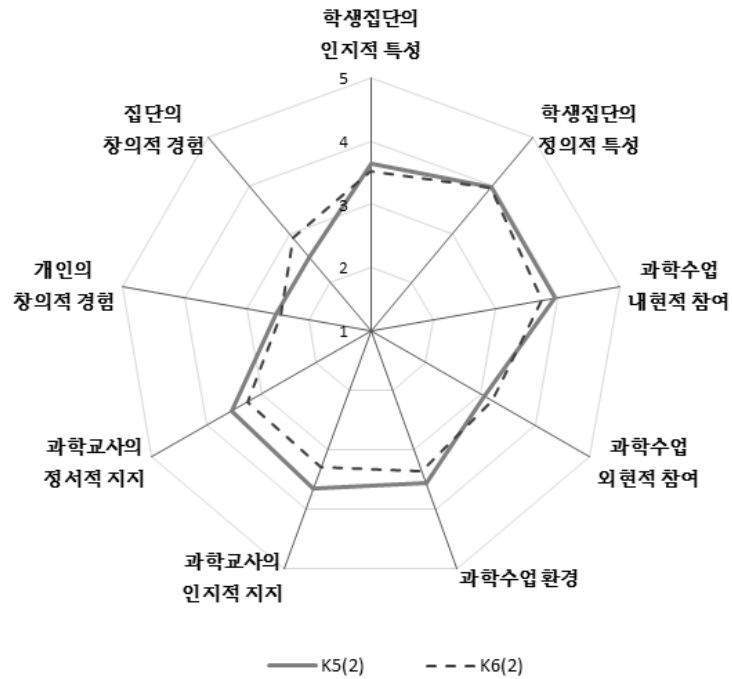
‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’는 ‘과학 학급 창의성’을 측정하기 위해 개발된 도구로 중·고등학교 학생들을 대상으로 조사를 실시하여 결과를 산출한다. SCC 척도의 결과는 ‘과학 학급 창의성’을 구성하는 9가지 요소(학생집단의 인지적 특성, 학생집단의 정의적 특성, 과학수업 내현적 참여, 과학수업 외현적 참여, 과학수업 환경, 과학교사의 인지적 지지, 과학교사의 정서적 지지, 개인의 창의적 경험, 집단의 창의적 경험)별 점수를 프로파일 형태로 제시한다. 각 요소의 점수는 요소를 구성하는 문항의 평균값으로 계산하며, 각 문항의 점수는 학급 구성원의 평균점수로 계산한다. 다만 중학생과 고등학교 1학년 학생(집단1)과 고등학교 2, 3학년 학생(집단2)의 요인부하량이 다르게 나타남을 확인했으므로 집단1과 집단2 사이에서는 SCC 척도의 결과를 비교하여 해석할 수 없다. 본 연구에서는 SCC 척도의 구성요소별 가중치를 고려하지 않았으므로 척도의 총점은 해석하지 않으며, ‘과학 학급 창의성’을 구성하는 요소별 학급의 점수를 제시함으로써 학급의 강점요인과 약점요인을 진단할 수 있다.

[그림 4-1]은 K고등학교 1학년 4개 학급의 SCC 척도 결과를 비교할 수 있도록 정리한 것이다. SCC 척도를 활용하면 한 학급의 ‘과학 학급 창의성’의 요소별 특징을 분석할 수 있을 뿐 아니라 한 명의 과학교사가 가르치는 여러 학급의 ‘과학 학급 창의성’ 구성요소별 점수를 비교하여 분석할 수도 있다. [그림 4-1]에 따르면 동일한 과학교사가 가르치는 학급이더라도 ‘과학교사의 인지적 지지’(3.8점-4.1점)와 ‘과학교사의 정서적 지지’(3.5점-4.2점)가 다르게 나타날 수 있으며, 대부분의 요소에서 높은 점수를 받는 학급(K2)이 있을 수 있고, 학급별 차이가 크지 않은 요인(학생집단의 인지적 특성, 과학수업 내현적 참여)도 있을 수 있다. 다만 학급별 비교 시 주의사항은 고등학교 학급의 경우, 1학년과 2, 3학년을 구별해야 한다는 점이다. 본 연구에서는 K고등학교의 6개 학급에서 자료를 수집하였으며, [그림 4-1]과

[그림 4-2]에서 확인할 수 있듯이 1학년과 2학년의 결과는 나누어 제시하였다.



[그림 4-1] K고등학교 1학년 SCC 척도 프로파일



[그림 4-2] K고등학교 2학년 SCC 척도 프로파일

4.3 논의

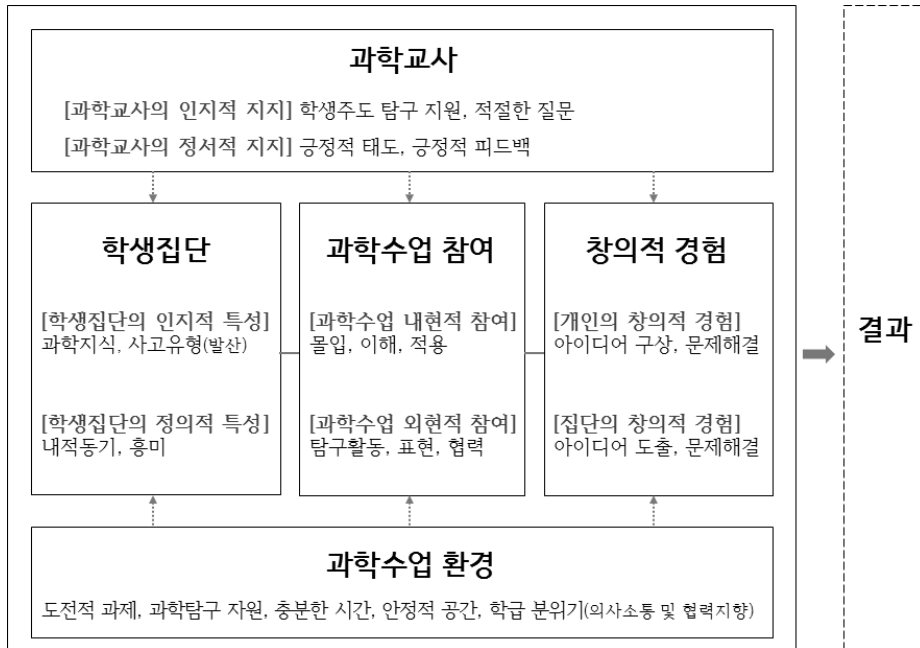
4장에서는 3장에서 제안한 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 모형을 바탕으로 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도: Science Classroom Creativity Scale)’를 개발하였으며, 이에 대한 타당도와 신뢰도를 검증하였다.

예비조사와 본 조사 과정을 통해 49개 문항으로 구성된 SCC 척도를 개발하였으며, 확인적 요인분석 결과를 반영하여 ‘과학 학급 창의성’의 최종 모형으로 ‘학생집단의 인지적 특성’, ‘학생집단의 정의적 특성’, ‘과학수업 내현적 참여’, ‘과학수업 외현적 참여’, ‘과학수업 환경’, ‘과학교사의 인지적 지지’, ‘과학교사의 정서적 지지’, ‘개인의 창의적 경험’, ‘집단의 창의적 경험’을 포함하는 9요인 모형을 채택하였다(CFI = .912, TLI = .901, RMSEA = .055).

이후 SCC 척도가 집단에 관계없이 적용가능한지 검증하기 위해 구인동등성 검증을 실시하였다. 그 결과 중학생과 고등학생의 요인 구조는 동등하나, 중학생과 고등학교 1학년 학생 집단(집단1)과 고등학교 2, 3학년 학생 집단(집단2) 사이에는 요인부하량 동등성이 성립하지 않음을 확인하였다. 우리나라 교육과정에 따르면 고등학교 1학년까지는 국민 공통 기본교육과정의 적용을 받지만 고등학교 2학년부터는 인문계열과 자연계열로 나뉘며, 고등학교 2학년부터 본격적으로 입시에 대비한 교육이 이루어지기 때문에 이러한 차이가 나타날 수 있다. 그러나 본 연구에 참여한 집단1에 속하는 학생은 536명(74.1%), 집단2에 속하는 학생은 187명(25.9%)이었으므로 표본 수의 차이가 있었다. 따라서 두 집단의 요인부하량의 차이가 표본 수의 차이로 인한 것인지 두 집단의 실제 차이에 의한 것인지 확인하기 위한 후속연구가 필요하다. 또한 두 집단을 구별하여 측정모형 요인부하량을 비교한 결과, 집단2에서 요인부하량이 다소 낮게 나타난 문항이 있었으며 대부분 ‘과학수업 환경’과 관련된 요인이었다. 이에 향후 ‘과학 학급 창의성’ 간편화 검사를 개발한다면 이를 참고하여 문항을 선별하고 타당화하는 연구를 실시할 수 있을 것이다.

본 연구에서 개발한 SCC 척도는 ‘과학 학급 창의성’을 평가하고 진단하기 위해 개발된 척도이며, SCC 척도의 목적은 ‘과학 학급 창의성’을 점수화하여 학급 간 서열을 정하기 위한 것이 아니다. 대신 SCC 척도를 활용하면 ‘과학 학급 창의성’의 수준을 요인별 프로파일 형태로 제시할 수 있으며, 해당 결과를 활용하면 과학수업의 개선 방향에 대한 가이드라인을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 본 조사에 참여한 27개 학급의 ‘과학 학급 창의성’을 프로파일 형태로 정리한 결과가 [부록 7]에 제시되어 있다. 이선영(2014)은 개인이 창의성을 구성하는 요소들을 얼마나 균형 있게 갖추고 있느냐에 따라 창의성 발달 수준이 달라질 수 있다고 주장했다. 이와 마찬가지로 학급이 ‘과학 학급 창의성’을 구성하는 요소들을 얼마나 균형 있게 가지고 있는가는 창의성 교육을 위해 중요하다. 본 연구에서 개발한 SCC 척도는 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소를 명확하게 제시할 뿐 아니라 각 요소에 대한 학급의 특징을 효과적으로 드러냄으로써 과학교사가 이를 고려하여 학급별 맞춤형 교육을 할 수 있도록 도울 수 있다.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012)는 지금까지 세계의 공교육 체제가 효율성을 강조하며 학생들에게 동일한 교육내용과 방법을 제공해왔으나, 앞으로는 학생의 특성과 잠재력을 고려한 맞춤형 교육을 통해 학교교육의 질적인 변화를 지향해야 한다고 강조한 바 있으며, 맞춤형 교육을 위해서는 학생, 교사, 환경 특성 등을 고려한 평가가 중요하다. 과학수업은 학급 단위로 이루어지며, [그림 4-1]과 [그림 4-2]가 보여주는 것처럼 ‘과학 학급 창의성’의 특징은 학급마다 다르게 나타날 수 있다. 따라서 창의성을 지향하는 과학교육의 질적인 변화를 위해서는 ‘과학 학급 창의성’에 대한 학급별 진단 및 맞춤형 가이드라인 제공이 필요하다. SCC 척도는 학생 특성, 교사 특성, 환경 특성을 모두 포함하고 있으며, 이를 활용하면 ‘과학 학급 창의성’과 관련된 학급의 특성과 잠재력을 진단하고 평가할 수 있으므로 학교 과학교육의 질적인 변화를 위한 도구로 활용될 수 있을 것이다.



[그림 4-3] ‘과학 학급 창의성’ 구성요소 모형

이상의 논의를 토대로 본 연구에서 제안하는 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 모형은 [그림 4-3]과 같다. ‘과학 학급 창의성’의 구성요소를 균형 있게 갖추는 것은 중요하며, SCC 척도를 활용하면 구성요소별 강점과 약점을 진단함으로써 ‘과학 학급 창의성’을 계발할 수 있는 방안을 도출할 수 있다.

5. 요약 및 결론

5.1 요약

창의성은 오랫동안 과학교육의 중요한 목표로 여겨져 왔으나, 창의성 개념이 무엇인지에 대한 합의는 이루어지지 않았다. 최근 창의성에 대한 많은 연구는 인지적, 정의적, 환경적 속성을 포함하는 통합적 개념의 창의성을 제안하고 있으며, 개인을 넘어 집단 수준에서 나타나는 창의성에 관심을 기울이고 있다. 그러나 과학교육 분야에서 통합적으로 창의성을 바라보고, 집단의 속성으로 창의성을 개념화한 연구는 매우 드물다. 이에 본 연구는 ‘과학 학급 창의성(SCC: Science Classroom Creativity)’이라는 개념을 제안하면서 통합적 관점에서 집단의 속성을 반영한 과학 영역의 창의성을 연구주제로 삼았다.

본 연구의 목적은 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하고, 이를 진단하고 평가할 수 있는 척도를 개발하는 것이었다. 먼저 과학교육 맥락에 적합한 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 모형을 제안하기 위해 과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징, 교사와 학생이 인식한 과학 학급 창의성 사례, 과학 학급 창의성이 드러난 과학수업의 특징 등을 분석하였으며, 분석 결과를 토대로 10개의 구성요소(학생집단의 인지적 특성, 학생집단의 정의적 특성, 과학수업 내현적 참여, 과학수업 외현적 참여, 과학수업 물리적 환경, 과학수업 사회문화적 환경, 과학교사의 인지적 지지, 과학교사의 정서적 지지, 개인의 창의적 경험, 집단의 창의적 경험)와 23개의 하위요소를 도출하였다.

다음으로 이를 반영한 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도: Science Classroom Creativity Scale)’를 개발하였으며, SCC 척도를 개발하는 과정은 Churchill(1979)이 제안한 다항목 척도 개발 과정을 참고하였다.

먼저 검사문항을 개발하기 위해 ‘과학 학급 창의성’ 모형의 구성요소 및 하위요소를 토대로 기존 창의성 관련 척도의 문항을 추출

하고 수정하였으며, 교사와 학생이 인식한 창의성 관련 사례 및 과학 수업 관찰 결과를 토대로 일부 문항을 제작하였다. 이를 통해 ‘과학 학급 창의성’을 측정할 수 있는 현실적인 문항을 개발하였다. 또한 3차례에 걸친 내용 타당도 분석을 실시하였으며, 이 과정에서 과학 교사, 과학교육 전문가, 학생들의 의견을 수렴함으로써 타당도 높은 문항을 선별하였다. 그 결과 56개의 문항으로 구성된 SCC 척도 시안이 만들어졌으며, SCC 척도 시안의 신뢰도와 타당도를 검증하기 위해 중·고등학생 160명을 대상으로 예비조사를 실시하였다. 요인별 내적 일관성 신뢰도는 .776에서 .961 범위로 높게 나타났으며, 탐색적 요인 분석 결과, 9개의 요인(학생집단의 인지적 특성, 학생집단의 정의적 특성, 과학수업 내현적 참여, 과학수업 외현적 참여, 과학수업 환경, 과학교사의 인지적 지지, 과학교사의 정서적 지지, 개인의 창의적 경험, 집단의 창의적 경험)이 추출되었다. 또한 탐색적 요인분석 결과를 참고하여 요인부하량이 낮은 3개 문항을 삭제하여 53개 문항을 도출하였다.

이후 추출된 요인 구조의 적합도를 확인하고 SCC 척도의 신뢰도와 타당도를 재검증하기 위해 중·고등학생 730명을 대상으로 본 조사를 실시하였다. 본 조사에 대한 확인적 요인분석 결과, 요인부하량이 낮은 4개 문항을 삭제하여 최종적으로 49개 문항으로 구성된 SCC 척도를 개발하였으며, 앞서 도출한 9요인 모형이 새로운 표본에서도 적합하다는 것을 검증했다. 9요인 모형에 대한 적합도는 매우 높은 수준으로 나타났으며(CFI = .912, TLI = .901, RMSEA = .055), SCC 척도의 요인별 내적합치도는 .874에서 .936 범위의 값으로 산출되어 높은 내적 일관성 신뢰도를 보여주었다. 또한 Kaufman(2012)의 ‘창의성 영역 검사(K-DOCS)’ 중 ‘과학/공학 창의성’에 대한 9가지 문항을 지표로 수렴타당도를 분석한 결과, 비교적 강한 정적 상관관계($r = .408$)가 나타났으므로 SCC 척도의 수렴타당도는 지지된 것으로 판단하였다. 한편, SCC 척도가 집단에 관계없이 적용가능한지 검증하기 위해 구인 동등성 검증을 실시하였다. 그 결과 중학생과 고등학생의 요인구조는

동등하나, 중학생과 고등학교 1학년 학생 집단(집단1)과 고등학교 2, 3학년 학생 집단(집단2) 사이에는 요인부하량 동등성이 성립하지 않음을 확인하였다.

본 연구에서는 최종적으로 9개의 구성요소, 23개의 하위요소, 49개의 문항으로 구성된 SCC 척도를 개발하였으며, SCC 척도는 과학교육 맥락에서 집단 수준의 ‘과학 학급 창의성’을 객관적으로 측정할 수 있는 타당하고 신뢰할 수 있는 척도임을 밝혔다.

5.2 결론 및 시사점

본 연구에서는 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하고, 이를 진단하고 평가할 수 있는 신뢰할만하고 타당한 척도를 개발하였다. 본 절에서는 결론 및 시사점을 이론적, 방법론적, 실제적 측면에서 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 이론적 측면에서 본 연구는 ‘과학 학급 창의성’을 개념화하고, 이를 구성하는 9가지 요소(학생집단의 인지적 특성, 학생집단의 정의적 특성, 과학수업 내현적 참여, 과학수업 외현적 참여, 과학수업 환경, 과학교사의 인지적 지지, 과학교사의 정서적 지지, 개인의 창의적 경험, 집단의 창의적 경험)와 각 요소를 구성하는 하위요소(확산적 사고, 과학지식, 내적동기, 흥미, 몰입, 이해, 적용, 탐구활동, 표현, 협력, 학생주도 탐구 지원, 적절한 질문, 긍정적 태도, 긍정적 피드백, 학급분위기, 도전적 과제, 과학탐구 자원, 충분한 시간, 안정적 공간, 아이디어 구상, 아이디어 도출, 문제해결)를 도출하였다. 지금까지 과학교육 맥락에서 집단 수준의 창의성을 정의하고, 이를 객관적으로 측정하기 위한 척도를 개발하여 타당화한 연구는 이루어지지 않았다. 본 연구는 ‘과학 학급 창의성’의 개념을 제안하기 위해 창의성 개념과 관련된 선행연구를 분석하여 ‘과학 학급 창의성’의 기본 모형을 제안

하였으며, 과학 교육과정에서 강조된 창의성의 특징, 교사와 학생이 인식한 과학 학급 창의성 사례, 과학 학급 창의성이 드러난 과학수업의 특징 등을 분석하여 과학교육 맥락에 적합한 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소 모형을 제안하였다.

둘째, 방법론적 측면에서 본 연구는 ‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’를 개발하기 위해 문헌연구, 참여관찰, 수업관찰, 면담, 설문조사 등을 실시하였으며, 연역적, 귀납적 연구방법을 병행한 질충적 접근법을 통해 척도를 개발함으로써 척도의 타당성을 높였다(이호준, 2006). 특히 문항을 개발하는 과정에서 ‘과학 학급 창의성’ 모형의 구성요소 및 하위요소를 토대로 기존 창의성 관련 척도의 문항을 추출하고 수정하는 동시에 교사와 학생이 인식한 창의성 관련 사례 및 과학 수업 관찰 결과를 토대로 일부 문항을 제작함으로써 현장 적용성이 높은 문항을 제안하였으며, 3차례의 내용 타당도 분석을 통해 과학 교사, 과학교육 전문가, 학생들의 의견을 수렴함으로써 타당도 높은 문항을 선별하였다.

셋째, 실제적 측면에서 본 연구에서 개발한 SCC 척도는 ‘과학 학급 창의성’을 효과적으로 측정하고 진단하는 데 활용될 수 있다. [그림 4-1]과 [그림 4-2]에서 제시한 것처럼 SCC 척도를 활용하면 ‘과학 학급 창의성’의 수준을 요인별 프로파일 형태로 제시할 수 있으며, 해당 결과를 활용하여 과학수업의 개선방향에 대한 가이드라인을 제시할 수 있다. 특히 과학교사는 본인이 지도하는 학급의 ‘과학 학급 창의성’을 주기적으로 점검할 수 있으며, 이를 통해 학급별 특징을 파악하고 수업을 개선하기 위한 통찰을 얻을 수 있다. 또한 많은 학급의 정보를 축적한다면 요인별 프로파일 패턴이 유사한 집단을 묶어 유형화할 수 있으며, 프로파일 특성 및 취약점을 토대로 ‘과학 학급 창의성’을 향상시킬 수 있는 국가 수준의 전략을 제시할 수 있을 것이다.

5.3 후속연구과제

이상의 논의를 토대로 다음과 같이 후속연구를 제안하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 개발된 SCC 척도의 일반화를 위해 보다 광범위한 대상을 표집하여 연구를 실시할 필요가 있다. SCC 척도의 예비조사 및 본 조사는 모두 수도권 지역의 중·고등학생을 대상으로 수행되었기 때문에 전국 학급의 ‘과학 학급 창의성’을 대표하기에는 한계가 있다. 따라서 향후 표집대상을 확대하여 본 연구에서 나타난 요인구조가 안정적인지 확인할 필요가 있다.

둘째, SCC 척도가 집단에 관계없이 적용가능한지 검증하기 위해 구인동등성 검증을 실시한 결과, 중학생과 고등학교 1학년 학생 집단(집단1)과 고등학교 2, 3학년 학생 집단(집단2) 사이에는 요인부하량 동등성이 성립하지 않았다. 그러나 집단1과 집단2 사이에는 표본 수의 차이가 있었으므로 충분한 크기의 표본을 확보하여 두 집단의 요인 부하량의 차이가 표본 수의 차이로 인한 것인지 두 집단의 실제 차이에 의한 것인지 확인할 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서 개발된 SCC 척도는 자기보고식 척도이기 때문에 측정 결과를 해석할 때 주의가 필요하다. 본 연구에서는 응답자의 성실하고 솔직한 반응을 유도하기 위해 설문 가이드라인을 만들어 제공하고 코딩에 앞서 불성실한 응답지를 제외시켰으나, 교사 주도로 이루어진 설문조사이므로 ‘과학 학급 창의성’에 대한 학생들의 응답이 긍정적으로 편향되었을 가능성이 있다. 따라서 이러한 점을 고려하여 조사 방식을 보완할 필요가 있다.

넷째, 본 연구에서 학생들이 응답한 ‘창의적 경험’과 실제 과학수업에서 나타나는 ‘창의적 경험’ 사이에는 차이가 존재할 수 있다. 본 연구에서는 학생들에게 ‘창의적 경험’의 빈도를 응답하도록 했으나, 자기보고식 척도만으로 ‘창의적 경험’ 요인을 측정하는 데 무리가 따를 수 있다. 따라서 본 연구에서 도출한 SCC 척도의 요인 구조를 따르더라도 수행평가 등을 병행하여 요인별 측정 방법을 다각화할

필요가 있다.

다섯째, 본 연구에서 개발된 SCC 척도는 학생들의 응답만으로 ‘과학 학급 창의성’을 평가한다. 그러나 ‘과학 학급 창의성’을 평가하는 교사의 역할은 중요하다. 본 연구에서는 이를 고려하여 SCC 척도의 하위요소 및 문항을 도출하는 단계에서 교사들의 의견을 반영하였으며, ‘과학교사의 인지적/정서적 지지’를 ‘과학 학급 창의성’의 구성요소로 제시하였으나, SCC 척도를 활용하여 ‘과학 학급 창의성’을 평가할 때는 교사의 의견이 배제된다는 약점을 지닌다. 따라서 ‘과학 학급 창의성’에 대한 교사의 의견을 반영할 수 있는 문항이 추가될 필요가 있다.

여섯째, 본 연구에서 개발된 SCC 척도는 중·고등학교 학생들을 대상으로 하나, 본 연구결과를 참고하여 초등학생에게 적용 가능한 SCC 척도를 별도로 개발할 필요가 있다. 우리나라 교육과정은 초등 수준부터 창의성을 강조하고 있으며, SCC 척도를 활용하여 초·중·고에 해당하는 ‘과학 학급 창의성’의 특징과 변화 추이를 분석할 필요가 있다. 또한 국제비교를 통해 우리나라 ‘과학 학급 창의성’의 특징을 분석하는 후속연구도 수행할 수 있다.

‘과학 학급 창의성 척도(SCC 척도)’는 일부 제한점을 가지고 있으나, 과학교육 맥락에서 집단 수준의 창의성을 객관적으로 측정할 수 있는 타당하고 신뢰할 수 있는 척도라는 의의를 지닌다. 이에 SCC 척도가 ‘과학 학급 창의성’을 진단하고 평가하는 데 활용될 뿐 아니라 통합적 관점에서 ‘과학 학급 창의성’을 이해하고 설명하기 위한 실증적 연구 기반을 마련하는 데 기여할 수 있길 기대한다.

참 고 문 헌

- 강정하, 최인수. (2008). 과학적 창의성과 시각예술적 창의성. **영재교육연구**, 18(2), 201-237.
- 교육과학기술부. (2011). **2009 개정 과학과 교육과정**. 교육과학기술부 제2011-361호.
- 교육부. (1955). **초중등 교육과정**. 교육부.
- 교육부. (2015). **2015 개정 교육과정 총론 및 각론 확정·발표**. 교육부.
- 김도한, 이재학, 김홍중, 백석운, 박경미, 송용진, 방정숙, 이정례, 나귀수, 도종훈, 손홍찬, 홍진곤, 하길찬, 김재완, 최지선, 최혜령, 이환철, 이문호. (2009). 창의 중심의 미래형 수학과 교육과정 모형 연구. **한국과학창의재단 연구보고서 2009-11**.
- 김명희, 박현선. (2005). 학교 교육에서의 창의성 평가 방안 연구. **교육과정연구**, 23(3), 101-136.
- 김수진. (2010). **감각처리 척도의 개발 및 타당화**. 서울대학교 석사학위논문.
- 김지영, 하지희, 박국태, 강성주. (2008). 중학교 과학 영재의 과학 창의성 신장을 위한 문제 해결형 탐구 실험에서의 학생 간 대화 분석. **영재교육연구**, 18(1), 1-21.
- 노풍두, 조용근, 조근태. (2011). 조직의 창의성 수준 평가 모델 개발. **기술혁신학회지**, 14(1), 109-138.
- 문용린. (2010). 이제는 창의인성 교육이다. **과학창의**, 149, 6-9.
- 민지연, 서은진. (2009). 창의적 교실 분위기와 창의성 및 동기간의 관계. **교육심리연구**, 23(4), 787-800.
- 박병기. (1998). **창의성 교육의 기반**. 서울: 교육과학사.
- 박병기, 강현숙. (2006). 자기보고형 통합 창의성 척도의 개발 및 타당화. **교육심리연구**, 20(1), 155-177.
- 박병기, 박상범. (2009). 통합창의성이 내재된 다차원 창의적 환경 척도(ICEMCEs)의 개발 및 타당화. **교육심리연구**, 23(4), 839-862.
- 박상범, 박병기. (2007). 창의적 성향, 환경, 과정 척도 (C-DEPs) 의 개발 및 타당화. **교육심리연구**, 21(4), 905-922.
- 박성익, 이규민. (2004). 창의성의 다원적 접근모형들의 고찰과 시사점 논의. **아시아 교육연구**, 5(4), 169-193.
- 박인숙, 강순희. (2012). 중학생의 과학 창의적 문제 해결 능력을 측정하기 위한 도구 개발. **한국과학교육학회지**, 32(2), 210-235.
- 박종석, 김민정. (2003). 과학 창의성 프로그램 분석을 통한 과학 창의성 요소 추출. **중등교육연구**, 51(2), 269-286.
- 박종원. (2004). 과학적 창의성 모델의 제안-인지적 측면을 중심으로. **한국과학 교육학회지**, 24(2), 375-386.

- 박현주, 김영민, 노석구, 정진수, 이은아, 유은정, 백윤수. (2012). 과학교육 내용 표준 개발. **한국과학교육학회지**, 32(4), 729-750.
- 백남진. (2014). 교과 특수 역량에 기반한 성취기준 개발의 방향 탐색: 호주, 캐나다, 싱가포르. **교육과정연구**, 32(4), 163-194.
- 성은현, 김누리, 박숙희. (2014). 고등학생용 창의적 수업환경 척도의 타당화. **창의력 교육연구**, 14(3), 1-15.
- 송진웅, 나지연. (2014). 창의융합의 과학교육적 의미와 과학 교실문화의 방향. **교과 교육학연구**, 18(3), 827-845.
- 신석기, 최태진, 박성미, 이은영, 김유미. (2007). **심리검사의 이론과 실제**. 서울: 서현사.
- 신지은, 한기순, 정현철, 박병건, 최승언. (2002). 과학 영재 학생과 일반 학생은 창의성에서 어떻게 다른가?. **한국과학교육학회지**, 22(1), 158-175.
- 윤미선, 김성일. (2003). 중, 고생의 교과흥미 구성요인 및 학업성취와의 관계. **교육 심리학회지**, 17(3), 271-290.
- 이대현. (2012). 수학적 창의성의 요소와 창의성 개발을 위한 수업모델 탐색. **한국 초등수학교육학회지**, 16(1), 39-61.
- 이선영. (2014). 창의성 계발과 교육을 위한 이론적 모형 탐색. **교육심리연구**, 28(2), 353-369.
- 이순목. (2000). **요인분석의 기초**. 서울:교육과학사.
- 이종희 · 김기연(2007). 창의적 생산력 신장의 교육목표 이해를 위한 수학영재의 수학적 창의성 개념 탐색. **수학교육**, 46(4), 445-464.
- 이호준. (2006). 장르별 TV 프로그램 질적 평가척도의 개발. **한국언론학보**, 50(3), 424-450.
- 임성만, 양일호, 임재근. (2009). 영역 특수적인 입장에서의 과학적 창의성에 대한 정의, 구성요인에 대한 탐색. **과학교육연구지**, 33(1), 31-43.
- 장진아, 나지연, 송진웅. (2015). 문화적 관점에서 학습환경 검사 도구 재해석하기: 과학 교실문화 이해를 위한 활용가능성 탐색. **초등과학교육**, 34(2), 238-251.
- 정현철, 한기순, 김병노, 최승언. (2002). 과학 창의성 계발을 위한 프로그램 개발: 이론과 예시를 중심으로. **한국지구과학회지**, 23(4), 334-348.
- 조선미. (2012). 창의적 학교환경에 대한 인식 척도의 타당성 검증 및 집단 차이 연구. **영재교육연구**, 22(3), 663-677.
- 조연순. (2012). “학생 창의성”의 개념 탐색. **초등교육연구**, 25(3), 1-26.
- 조연순. (2013). 학생 창의성 발현을 돕기 위한 교수-학습 모형 탐색. **사고개발**, 9(2), 1-22.
- 조연순, 성진숙, 이해주. (2008). **창의성 교육: 창의적 문제해결력 계발과 교육 방법**. 서울:이화여자대학교출판부.
- 조연순, 정지은. (2012). 국내 창의성 교육 연구 동향분석: 창의성의 범주 및 수준을 중심으로. **영재교육연구**, 22(2), 333-352.

- 조연순, 정혜영, 백은주, 최규리, 임현화. (2011). 교실수업 상황에서 학생 창의성을 촉진하는 교수·학습 특성 탐색. *교육방법연구*, 23(3), 609-634.
- 조연순, 최경희. (2000). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 개발. *한국과학교육학회지*, 20(2), 329-343.
- 진경아. (2012). 디지털교과서 사용자 인터페이스디자인의 흥미에 대한 연구. *기초조형학연구*, 13(2), 487-495.
- 최인수. (1998). 창의성을 이해하기 위한 여섯 가지 질문. *한국심리학회지*, 17(1), 25-47.
- 탁진국. (1997). *심리검사*. 서울:학지사.
- 한국교육평가학회. (2004). *교육평가용어사전*. 서울:학지사.
- 홍원표, 박은희. (2014). 역량기반 교육과정의 국내 사례 분석: 두 교사의 수업 변화를 중심으로. *교육과정연구*, 32(2), 163-186.
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, 2014. (2014). The Australian curriculum. Retrieved from www.australiancurriculum.edu.au.
- Adolf, J. (1982). Creative thinking through science. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 232 785). Retrieved from <http://eric.ed.gov>.
- Albert, R. S., & Runco, M. A. (1988). Independence and the creative potential of gifted and exceptionally gifted boys. *Journal of Youth and Adolescence*, 18(3), 221-230.
- Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43(5), 997-1013.
- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(2), 357.
- Amabile, T. M. (1988). A Model of creativity and innovation in organizations, *Research in Organization Behavior*, 10, 123-167.
- Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J., & Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of Management Journal*, 39(5), 1154-1184.
- Amabile, T. M., & Gryskiewicz, N. D. (1989). The creative environment scales: Work environment inventory. *Creativity research journal*, 2(4), 231-253.
- Amabile, T. M., Schatzel, E. A., Moneta, G. B., & Kramer, S. J. (2004). Leader behaviors and the work environment for creativity: Perceived leader support. *The Leadership Quarterly*, 15(1), 5-32.
- Ayas, M. B., & Sak, U. (2014). Objective measure of scientific creativity: Psychometric validity of the creative scientific ability test. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 195-205.

- Baer, J. (1993). Divergent thinking and creativity: A task-specific approach. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baer, J., & Kaufman, J. C. (2005). Whence creativity? Overlapping and dual aspect skills and traits. In J. C. Kaufman & J. Baer (Eds.), *Creativity across domains: Faces of the muse* (pp. 313-320). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Barron, F. (1972). *Artists in the making*. Seminar Press.
- Basadur, M. (1987). Needed research in creativity for business and industrial applications. In S. G. Isaksen (Ed.), *Frontiers of creativity research: Beyond the basics* (pp. 390-416). Bearly Ltd.
- Basadur, M. (1992). Managing creativity: a japanese model. *The Executive*, 6(2), 29-42.
- Basadur, M., Graen, G., & Wakabayashi, M. (1990). Identifying individual differences in creative problem solving style. *The Journal of Creative Behavior*, 24(2), 111-131.
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107(2), 238.
- Besemer, S., & O'Quin, K. (1986). Analyzing creative products: Refinement and test of a judging instrument. *The Journal of Creative Behavior*, 20(2), 115-126.
- Besemer, S. P., & Treffinger, D. J. (1981). Analysis of creative products: review and synthesis. *The Journal of Creative Behavior*, 15(3), 158-178.
- Beghetto, R. A. (2006). Creative justice? The relationship between prospective teachers' prior schooling experiences and perceived importance of promoting student creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 40(3), 149-162.
- Beghetto, R. A., Kaufman, J. C., & Baxter, J. (2011). Answering the unexpected questions: Exploring the relationship between students' creative self-efficacy and teacher ratings of creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 5(4), 342.
- Berliner, D. C., Ambrose, D., & Sternberg, R. J. (2012). Narrowing curriculum, assessments, and conceptions of what it means to be smart in the US schools: Creaticide by design. In D. Ambrose & R. J. Sternberg (Eds.), *How dogmatic beliefs harm creativity and higher-level thinking* (pp. 79-93). Routledge.
- Bharadwaj, S., & Menon, A. (2000). Making innovation happen in organizations: individual creativity mechanisms, organizational creativity mechanisms or both?. *Journal of Product Innovation Management*, 17(6), 424-434.

- Cabra, J. F., Talbot, R. J., & Joniak, A. J. (2005). Exploratory study of creative climate: A case from selected Colombian companies and its implications on organizational development. *Cuadernos de Administración*, 18(29), 53-86.
- Chin, C. (2006). Teacher questioning in science classrooms: What approaches stimulate productive thinking?. *Paper presented at the International Science Education Conference*. Singapore.
- Chirumbolo, A., Livi, S., Mannetti, L., Pierro, A., & Kruglanski, A. W. (2004). Effects of need for closure on creativity in small group interactions. *European Journal of Personality*, 18(4), 265-278.
- Churchill, G. A. (1979). A paradigm for developing better measures of marketing constructs. *Journal of Marketing Research*, 16(1), 64-73.
- Cliatt, M. J. P., Shaw, J. M., & Sherwood, J. M. (1980). Effects of training on the divergent-thinking abilities of kindergarten children. *Child Development*, 51(4), 1061-1064.
- Craft, A. (2007). Possibility thinking in the early years and primary classrooms. In A. G. Tan (Ed.), *Creativity: A handbook for teachers* (pp. 231-250). Singapore: World Scientific.
- Cropley, A. J. (1999). Definitions of creativity. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity (Volume 1)* (pp. 511-524). Elsevier.
- Cropley, A. J. (2001). *Creativity in education & learning: A guide for teachers and educators*. Psychology Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). *Society, culture, and person: A systems view of creativity*. Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity*. New York: HarperCollins.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313-335). Cambridge University Press.
- Davis, G. A., & Rimm, S. (1982). Group Inventory For Finding Interests: (GIFFI) I and II: Instruments for Identifying Creative Potential in the Junior and Senior High School. *The Journal of Creative Behavior*, 16(1), 50-57.
- Dewey, J. (1913). *Interest and effort in education*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- DeHaan, R. L. (2011). Teaching creative science thinking. *Science*, 334(6062), 1499-1500.
- Ekvall, G. (1983). Climate, structure and innovativeness of organizations: A theoretical framework and an experiment. FArådet: the Swedish Council for Management and Organizational Behaviour.

- Ekvall, G. (1996). Organizational climate for creativity and innovation. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 5(1), 105-123.
- Ericsson, K. A. (1999). Creative expertise as superior reproducible performance: Innovative and flexible aspects of expert performance. *Psychological Inquiry*, 10(4), 329-333.
- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C., & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4(3), 272-299.
- Fairweather, E., & Cramond, B. (2010). Infusing creative and critical thinking into the curriculum together. In R. A. Beghetto & J. C. Kaufman (Eds.), *Nurturing creativity in the classroom* (pp. 113-141). Cambridge University Press.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Altamira Press.
- Feist, G. J. (1998). A meta-analysis of personality in scientific and artistic creativity. *Personality and Social Psychology Review*, 2(4), 290-309.
- Ferguson, E., & Cox, T. (1993). Exploratory factor analysis: A users' guide. *International Journal of Selection and Assessment*, 1(2), 84-94.
- Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. *Psychological Bulletin*, 51(4), 327.
- Florida, R. L. (2002). *The rise of the creative class: and how it's transforming work, leisure, community and everyday life*. New York: Basic books.
- Fraser, B. J., Fisher, D. L., & McRobbie, C. J. (1996). Development, validation and use of personal and class forms of a new classroom environment instrument. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*. New York.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (2006). *Multiple intelligences: New horizons in theory and practice*. New York: Basic Books.
- George, D., & Mallery, M. (2003). *Using SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The creative vision: A longitudinal study of problem finding in art*. New York: Wiley.
- Gruber, H. E. (1981). *Darwin on man: A psychological study of scientific creativity*. University of Chicago Press.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.

- Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53(4), 267.
- Guilford, J. P. (1968). *Creativity, intelligence, and their educational implications*. San Diego, CA: Robert Knapp.
- Hämäläinen, R., & Vähäsantanen, K. (2011). Theoretical and pedagogical perspectives on orchestrating creativity and collaborative learning. *Educational Research Review*, 6(3), 169-184.
- Haigh, M. (2007). Can investigative practical work in high school biology foster creativity?. *Research in Science Education*, 37(2), 123-140.
- Heinen, T. E., Mills, C., & Cameron, P. (1993). Scientific innovation potential. *Creativity Research Journal*, 6(3), 261-269.
- Heller, K. A. (2007). Scientific ability and creativity. *High Ability Studies*, 18(2), 209-234.
- Helson, R. (1999). A longitudinal study of creative personality in women. *Creativity Research Journal*, 12(2), 89-101.
- Hidi, S., Renninger, K. A., & Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. In D. Y. Dai & R. J. Sternberg (Eds.), *Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development* (pp. 89-115). Routledge.
- Hocevar, D., & Bachelor, P. (1989). A taxonomy and critique of measurements used in the study of creativity. In J. A. Glover, R. R. Ronning, & C. R. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity* (pp. 53-75). New York: Plenum.
- Hong, H. Y., Chang, Y. H., & Chai, C. S. (2014). Fostering a collaborative and creative climate in a college class through idea-centered knowledge-building. *Instructional Science*, 42(3), 389-407.
- Hong, O., & Song, J. (2013). A new method of understanding learning in science centers: context diagrams of learning experiences. *Visitor Studies*, 16(2), 181-200.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Hunter, S. T., Bedell, K. E., & Mumford, M. D. (2007). Climate for creativity: A quantitative review. *Creativity research journal*, 19(1), 69-90.
- Isaksen, S. G. (2007). The climate for transformation: Lessons for leaders. *Creativity and Innovation Management*, 16(1), 3-15.
- Isaksen, S. G., Lauer, K. J., & Ekvall, G. (1999). Situational outlook questionnaire: A measure of the climate for creativity and change. *Psychological Reports*, 85(2), 665-674.

- Isaksen, S. G., Puccio, G. J., & Treffinger, D. J. (1993). An ecological approach to creativity research: Profiling for creative problem solving. *The Journal of Creative Behavior*, 27(3), 149-170.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1989). *LISREL 7 user's reference guide*. Chicago: SPSS Publications.
- Kaufman, J. C. (2012). Counting the muses: Development of the Kaufman Domains of Creativity Scale (K-DOCS). *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(4), 298.
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and little: The four c model of creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1.
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2010). Creativity in the classroom coda: Twenty key points and other insights. In R. A. Beghetto & J. C. Kaufman (Eds.), *Nurturing creativity in the classroom* (pp. 394-415). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaufman, J. C., Cole, J. C., & Baer, J. (2009). The Construct of Creativity: Structural Model for Self-Reported Creativity Ratings. *The Journal of Creative Behavior*, 43(2), 119-134.
- Kaufman, J. C., Plucker, J. A., & Baer, J. (2008). *Essentials of creativity assessment*. John Wiley & Sons.
- Kieffer, K. M. (1998). Orthogonal versus oblique factor rotation: A review of the literature regarding the pros and cons.
- Kieffer, K. M. (1998). Orthogonal versus oblique factor rotation: A review of the literature regarding the pros and cons. *Paper presented at the annual meeting of the Mid South Educational Research Association*. New Orleans, LA.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge: MIT Press.
- Koren, Y., Klavir, R., & Gorodetsky, M. (2005). Students' Multi-Modal Re-Presentations of Scientific Knowledge and Creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 39(3), 191-212.
- Kozbelt, A., Beghetto, R. A., & Runco, M. A. (2010). Theories of creativity. In J. C. Kaufman, & R. J. Sternberg (Eds.), *The Cambridge handbook of creativity* (pp. 20-47). Cambridge University Press.
- Lee, K., Jeon, J., Huh, K., Hong, W., & Kim, M. (2009). *Redesigning elementary and secondary school curriculum for developing future Koreans' core competences*. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.

- Liang, J. C. (2002). *Exploring scientific creativity of eleventh grade students in Taiwan*. Doctoral dissertation, Texas State University.
- Lingard, B., Mills, M., & Hayes, D. (2000). Teachers, school reform and social justice: Challenging research and practice. *The Australian Educational Researcher*, 27(3), 101-115.
- Lipps, J. H. (1999). Beyond reason: Science in the mass media. In J. W. Schopf (Ed.), *Evolution! facts & fallacies* (pp. 71-90). San Diego: Academic Press.
- Liu, S., & Lin, H. (2014). Primary teachers' beliefs about scientific creativity in the classroom context. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1551-1567.
- Lubart, T. I., & Sternberg, R. J. (1995). An investment approach to creativity: Theory and data. In S. M. Smith, T. B. Ward, & R. A. Finke (Eds.), *The Creative Cognition Approach* (pp. 269-302). MIT Press.
- Mansfield, R. S., & Busse, T. V. (1981). *The psychology of creativity and discovery*. Chicago: Nelson-Hall.
- Mathisen, G. E., & Einarsen, S. (2004). A review of instruments assessing creative and innovative environments within organizations. *Creativity Research Journal*, 16(1), 119-140.
- Mayfield, M., & Mayfield, J. (2010). Developing a scale to measure the creative environment perceptions: A questionnaire for investigating garden variety creativity. *Creativity Research Journal*, 22(2), 162-169.
- Meador, K. S. (2003). Thinking creatively about science suggestions for primary teachers. *Gifted Child Today*, 26(1), 25-29.
- Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69(3), 220.
- Mehan, H. (1979). 'What time is it, Denise?': Asking known information questions in classroom discourse. *Theory Into Practice*, 18(4), 285-294.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Mohamed, A. (2006). *Investigating the scientific creativity of fifth-grade students*. Doctoral dissertation, Arizona state university.
- Moran, S., John-Steiner, V., & Sawyer, R. K. (2003). Creativity in the making. In R. K. Sawyer, V. John-Steiner, S. Moran, R. Sternberg, D. H. Feldman, M. Csikszentmihalyi, et al. (Eds.), *Creativity and development* (pp. 61-90). New York: Oxford University Press.
- Mumford, M. D. (2003). Where have we been, where are we going? Taking stock in creativity research. *Creativity Research Journal*, 15(2-3), 107-120.

- Mumford, M. D., & Gustafson, S. B. (1988). Creativity syndrome: Integration, application, and innovation. *Psychological Bulletin*, 103(1), 27.
- OECD. (2003). *Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation*. OECD Press.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem-solving*. New York: Scribner's Sons.
- Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior workbook*. Scribner.
- Paulus, P. B., Larey, T. S., & Dzindolet, M. T. (2000). Creativity in groups and teams. In M. Turner (Ed.), *Groups at work: Advances in theory and performance* (pp. 319-338). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Plucker, J. A., & Makel, M. C. (2010). Assessment of creativity. In J. C. Kaufman, & R. J. Sternberg (Eds.), *The Cambridge handbook of creativity* (pp. 48-73). Cambridge University Press.
- Plucker, J. A., & Runco, M. A. (1999). Enhancement of creativity. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity (Volume 1)* (pp. 669-675). San Diego, CA: Academic Press.
- Puccio, G. J., Murdock, M. C., & Mance, M. (2007). *Creative leadership: Skills that drive change*. Sage Publications.
- Rea, L. M., & Parker, R. A. (2005). *Designing & conducting survey research a comprehensive guide*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Reznikoff, M., Domino, G., Bridges, C., & Honeyman, M. (1973). Creative abilities in identical and fraternal twins. *Behavior Genetics*, 3(4), 365-377.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
- Runco, M. A. (1994). *Problem finding, problem solving, and creativity*. Norwood, NJ: Ablex.
- Runco, M. A. (1996). Personal creativity: Definition and developmental issues. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 1996(72), 3-30.
- Runco, M. A. (1999). Divergent thinking. In M. A. Runco & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (pp. 577-682). London: Academic Press.
- Runco, M. A. (2006). Reasoning and personal creativity. In J. C. Kaufman & J. Baer (Eds.), *Creativity and reason in cognitive development* (pp. 99-116). Cambridge University Press.
- Runco, M. A. (2007). *Creativity: theories and themes: research. development and practice*. New York: Academic Press.
- Ruscio, J., Whitney, D. M., & Amabile, T. M. (1998). Looking inside the fishbowl of creativity: Verbal and behavioral predictors of creative performance. *Creativity Research Journal*, 11(3), 243-263.

- Ryle, G. (1949). *The Concept of Mind*. London: Huchison.
- Sawyer, R. K. (2003). *Improvised dialogues: Emergence and creativity in conversation*. Greenwood Publishing Group.
- Sawyer, R. K. (2011). *Explaining creativity: The science of human innovation*. Oxford University Press.
- Schiefele, U. (1996). Topic interest, text representation, and quality of experience. *Contemporary Educational Psychology*, 21(1), 3-18.
- Schoenfeldt, L. F., & Jansen, K. J. (1997). Methodological requirements for studying creativity in organizations. *The Journal of Creative Behavior*, 31(1), 73-90.
- Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23-52.
- Siegel, S. M., & Kaemmerer, W. F. (1978). Measuring the perceived support for innovation in organizations. *Journal of Applied Psychology*, 63(5), 553.
- Simon, H. A. (1989). The scientist as problem solver. In D. Klahr & K. Kotovsky (Eds.), *Complex information processing: The impact of Herbert A. Simon* (pp. 375-398). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Simonton, D. K. (1988). *Scientific genius: A psychology of science*. Cambridge University Press.
- Singapore Ministry of Education. (2013). Primary social studies syllabus 2012. Retrieved from www.moe.gov.sg/education/syllabuses/humanities/files/social-studies-syllabus-2012.pdf.
- Steenkamp, J. E. M., & Baumgartner, H. (1998). Assessing measurement invariance in cross-national consumer research. *Journal of Consumer Research*, 25(1), 78-107.
- Sternberg, R. J. (1988). A three-facet model of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives* (pp. 125-147). CUP Archive.
- Sternberg, R. J. (2010). Teaching for creativity. In R. A. Beghetto & J. C. Kaufman (Eds.), *Nurturing creativity in the classroom* (pp. 394-414). Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., & Dess, N. K. (2001). Creativity for the new millennium. *American Psychologist*, 56(4), 332.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1993). Investing in creativity. *Psychological Inquiry*, 4(3), 229-232.

- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 3-15). Cambridge University Press.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). Open coding. In J. Corbin & A. Strauss (Eds.), *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques* (pp. 101-121). CA: Sage.
- Torrance, E. P. (1990). *Torrance Tests of Creative Thinking: manual for scoring and interpreting results*. Scholastic Testing Service.
- Treffinger, D. J. (1987). Research on creativity assessment. In S. G. Isaksen (Ed.), *Frontiers of creativity research: Beyond the basics* (pp. 103-119). Bearly Ltd.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). Personalized leaning: A new ICT-enabled education approach. UNESCO Policy brief. Retrieved from <http://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214716.pdf>.
- Weisberg, R. (1986). *Creativity: Genius and other myths*. NY: Freeman.
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity: Understanding innovation in problem solving, science, invention, and the arts*. John Wiley & Sons.
- Wolpert, L. (1992). *The unnatural nature of science*. Cambridge: Harvard University Press.
- Woodman, R. W., Sawyer, J. E., & Griffin, R. W. (1993). Toward a theory of organizational creativity. *Academy of Management Review*, 18(2), 293-321.
- Woodman, R. W., & Schoenfeldt, L. F. (1990). An interactionist model of creative behavior. *The Journal of Creative Behavior*, 24(4), 279-290.
- Zhou, J. (2003). When the presence of creative coworkers is related to creativity: role of supervisor close monitoring, developmental feedback, and creative personality. *Journal of Applied Psychology*, 88(3), 413.

[부록 1]

IRB 심의결과 통보서

SIF 16-004

심의결과 통보서

수신	책임연구자	성명	등록번호	소속	물리교육과	직위	학생
	지원기관						
승인 번호	IRB No.1503/001-006						
연구과제명	창의성에 영향을 끼치는 과학수업의 상황적 특징 탐색						
연구종류	<input checked="" type="checkbox"/> 설문조사 <input checked="" type="checkbox"/> 관찰연구 <input type="checkbox"/> 행동실험연구 <input type="checkbox"/> 조직 및 경제 연구(월액, 채액 등) <input type="checkbox"/> 배아연구 <input type="checkbox"/> 체세포복제 배아연구 <input type="checkbox"/> 유전자연구 <input type="checkbox"/> 유전자치료연구 <input type="checkbox"/> 보관된 검체 연구 <input type="checkbox"/> 임상시험 <input checked="" type="checkbox"/> 기타 (연달)						
심의종류	<input type="checkbox"/> 정규심의 <input checked="" type="checkbox"/> 신속심의 <input type="checkbox"/> 긴급심의						
심의일자	2015 년 2 월 27 일						
심의대상	<input type="checkbox"/> 연구계획서(신규)			<input type="checkbox"/> 책임연구자			
	<input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서(보완)			<input type="checkbox"/> 연구참여자 동의서			
	<input type="checkbox"/> 계획서 변경			<input checked="" type="checkbox"/> 중재기록서			
	<input type="checkbox"/> 중간보고서			<input type="checkbox"/> 연구참여자 모집 광고			
	<input type="checkbox"/> 중지 또는 조기종료보고서			<input type="checkbox"/> 연구참여자 작성 일지			
	<input type="checkbox"/> 종료보고서			<input checked="" type="checkbox"/> 기타 연구참여자에게 제공되는 문서			
	<input type="checkbox"/> 승인된 연구계획서의 1년 단위 지속심의			<input checked="" type="checkbox"/> 기타(심의의견에 대한 답변서)			
심의결과	승인						
승인일자	2015 년 2 월 27 일		승인유효기간	2016 년 2 월 26 일 까지			
정기보고주기	<input type="checkbox"/> 3개월 <input type="checkbox"/> 6개월 <input checked="" type="checkbox"/> 1년 <input type="checkbox"/> 기타 ()			<input checked="" type="checkbox"/> 정기보고주기는 1년을 초과할 수 없음			
심의의견	1. 연구계획의 변경 시, 변경심의를 반드시 신청하여 주시기 바랍니다. 2. 심의결과 제출하신 연구계획에 대해 승인하며, 개인정보보호에 유의하여 주시기 바랍니다. 3. 연구자께서는 승인된 문서를 사용하여 연구를 진행하시기 바라며, 만일 연구진행 과정에서 계획상에 변경사항(연구자 변경, 연구내용 변경 등)이 발생할 경우 본 위원회에 변경신청을 하여 승인 받은 후 연구를 진행하여 주십시오. 4. 유효기간 내 연구가 끝났을 경우 종료 보고서를 제출하여야 하며, 승인유효기간 이후에도 연구를 계속하고자 할 경우, 2016년 1월까지 지속심의를 받도록 하여 주십시오.						

2015 년 2 월 27 일

서울대학교 생명윤리심의위원회 위



[부록 2-1]

교사 연수 프로그램 설명서 및 동의서(교사용)

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

연구참여자용 설명서 및 동의서 (교사용-인식조사)

연구 과제명 : 창의성에 영향을 미치는 과학수업의 상황적 특징 탐색

연구 책임자명 : 홍옥수 (서울대학교 박사과정)

이 연구는 과학수업에서 창의성에 영향을 미치는 상황적 특징을 탐색하고자 하는 연구입니다. 귀하는 과학 수업을 하는 교사로서 이 연구에 참여하도록 권유 받았습니니다. 이 연구를 수행하는 서울대학교 소속의 연구원이 귀하에게 이 연구에 대해 설명해 줄 것입니다. 이 연구는 자발적으로 참여 의사를 밝히신 분에 한하여 수행 될 것이며, 귀하께서는 참여 의사를 결정하기 전에 본 연구가 왜 수행되는지 그리고 연구의 내용이 무엇과 관련 있는지 이해하는 것이 중요합니다. 다음 내용을 신중히 읽어보신 후 참여 의사를 밝혀 주시길 바라며, 필요하다면 가족이나 친구들과 의논해 보십시오. 만일 어떠한 질문이 있다면 담당 연구원이 자세하게 설명해 줄 것입니다.

담당 연구원: 홍옥수 (02-880-8817)

1. 이 연구는 왜 실시합니까?

이 연구는 창의성이 개인과 환경의 상호작용에 의해 나타난다는 통합적 관점에서, 과학수업이라는 맥락을 고려할 때, 창의성에 영향을 미치는 상황적 특징을 탐색하고자 합니다.

2. 얼마나 많은 사람이 참여합니까?

창의성 관련 연수에 참가하는 30명 내외의 과학 교사가 참여할 것입니다.

3. 만일 연구에 참여하면 어떤 과정이 진행됩니까?

만일 귀하가 참여의사를 밝혀 주시면 다음과 같은 과정이 진행될 것입니다.

본 연수 프로그램이 진행되는 동안 연구자는 귀하의 활동을 관찰하고 녹음하여 기록할 것입니다. 또한 연수 과정 중에는 창의성이 높았거나 낮았다고 평가할 수 있는 인상적인 사례에 대한 설문조사를 할 것입니다. 다만 설문 응답이 모호하거나 추가설명이 필요하다고 판단되는 경우, 연구 참여자의 구체적인 생각을 확인하는 목적으로 면담을 진행할 수 있습니다.

4. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?

연수 프로그램에 참여하는 3시간 정도 소요됩니다.

5. 참여 도중 그만두어도 됩니까?

예, 귀하는 언제든지 어떠한 불이익 없이 참여 도중에 그만 둘 수 있습니다. 만일 귀하가 연구에 참여하는 것을 그만두고 싶다면 담당 연구원에게 즉시 말씀해 주십시오.

6. 부작용이나 위험요소는 없습니까?

예상되는 부작용이나 위험요소는 없습니다. 만일, 참여 도중 발생할 수 있는 위험요소에 대한 질문이 있으면 담당 연구원에게 바로 문의해 주십시오.

7. 이 연구에 참여시 참여자에게 이득이 있습니까?

귀하가 이 연구에 참여하는데 있어서 직접적인 이득은 없습니다. 그러나 귀하가 제공하는 정보는 과학수업을 통해 창의성을 더 잘 드러내고 발견할 수 있는 방안을 찾는 데 도움이 될 수 있습니다.

8. 만일 이 연구에 참여하지 않는다면 불이익이 있습니까?

귀하는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 귀하가 본 연구에 참여하지 않아도 귀하에게는 어떠한 불이익도 없습니다.

9. 연구에서 얻은 모든 개인 정보의 비밀은 보장됩니까?

개인정보관리책임자는 서울대학교의 홍옥수(02-880-8817)입니다. 저희는 이 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개 될 때 귀하의 이름과 다른 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구하면 귀하의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 또한 모니터 요원, 점검 요원, 생명윤리심의위원회는 연구 참여자의 개인 정보에 대한 비밀 보장을 침해하지 않고 관련규정이 정하는 범위 안에서 본 연구의 실시 절차와 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 연구 결과를 직접 열람할 수 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 동의로 간주될 것입니다.

10. 이 연구에 참가하면 뭇가가 지급됩니까?

귀하의 연구 참여시 감사의 뜻으로 작은 기념품이 증정될 것입니다.

11. 연구에 대한 문의는 어떻게 해야 됩니까?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

이름: 홍 옥 수 전화번호: 02-880-8817

만일 어느 때라도 연구 참여자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리심의위원회에 연락하십시오.

서울대학교 생명윤리심의위원회 (SNU-IRB) 전화번호: 02-880-5153

동 의 서

1. 나는 이 설명서를 읽었으며 담당 연구원과 이에 대하여 의논하였습니다.
2. 나는 위험과 이득에 관하여 들었으며 나의 질문에 만족할 만한 답변을 얻었습니다.
3. 나는 이 연구에 참여하는 것에 대하여 자발적으로 동의합니다.
4. 나는 이 연구에서 얻어진 나에 대한 정보를 현행 법률과 생명윤리심의위원회 규정이 허용하는 범위 내에서 연구자가 수집하고 처리하는데 동의합니다.
5. 나는 담당 연구자나 위임 받은 대리인이 연구를 진행하거나 결과 관리를 하는 경우와 보건 당국, 학교 당국 및 서울대학교 생명윤리심의위원회가 실태 조사를 하는 경우에는 비밀로 유지되는 나의 개인 신상 정보를 직접적으로 열람하는 것에 동의합니다.
6. 나는 언제든지 이 연구의 참여를 철회할 수 있고 이러한 결정이 나에게 어떠한 해도 되지 않을 것이라는 것을 압니다.
7. 나의 서명은 이 동의서의 사본을 받았다는 것을 뜻하며 연구 참여가 끝날 때까지 사본을 보관하겠습니다.
8. 나는 연구 수행 과정에서 활동 및 면담 내용에 대해 녹음하는 것을 동의합니다.

연구참여자 성명	서 명	날짜 (년/월/일)
동의서 받은 연구원 성명	서 명	날짜 (년/월/일)
연구책임자 성명	서 명	날짜 (년/월/일)

[부록 2-2]

교사용 결정적 사건기법 설문지

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

결정적 사건기법 설문지

(연구명 : 과학수업에서 창의성에 영향을 끼치는 요인 찾기)

소속 :

성명 :

본 설문지는 과학수업에서의 창의성에 영향을 끼치는 요인을 추출하기 위해 창의성과 관련하여 선생님께서 경험하신 인상적인 사례를 수집하는 데 목적이 있습니다. 아래 문항을 읽어보시고 관련된 사례에 대해 최대한 구체적으로 작성해주시기 바랍니다.

※ 유의사항 : 교사는 과학수업에 있어 전문가라는 입장에서 창의성의 높고 낮음에 대해 자유롭게 평가해 주시면 됩니다. 인상적인 사례에 교사 자신이 반드시 포함되어 있어야만 하는 것은 아닙니다. 다만 해당 상황에 대해 정확하게 기억하고 자세히 묘사할 수 있는 사례를 선택하여 기록해주시기 바랍니다.

1. 최근 3년 이내 과학수업에서 창의성이 높았다고 평가할 수 있는 인상적인 사례(장면)에 대해 구체적으로 기록해주시시오.

1-1. 위의 사례를 창의성이 높았다고 평가한 이유는 무엇입니까?

1-2. 위의 사례에서 창의성에 긍정적인 영향을 끼쳤다고 판단되는 요인은 무엇입니까?
(개인적 측면, 환경적 측면)

2. 최근 3년 이내 과학수업에서 창의성이 낮았다고 평가할 수 있는 인상적인 사례(장면)에 대해 구체적으로 기록해주시오.

2-1. 위의 사례를 창의성이 낮았다고 평가한 이유는 무엇입니까?

2-2. 위의 사례에서 창의성에 부정적인 영향을 끼쳤다고 판단되는 요인은 무엇입니까?
(개인적 측면, 환경적 측면)

2-1. 위의 사례를 창의성이 낮았다고 평가한 이유는 무엇입니까?
2-2. 위의 사례에서 창의성에 부정적인 영향을 끼쳤다고 판단되는 요인은 무엇입니까?
(개인적 측면, 환경적 측면)

[부록 3-1]

과학수업 관찰 설명서 및 동의서(학생용)

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

연구참여자유 설명서 및 동의서 (중고등학생용)

연구 과제명 : 창의성에 영향을 끼치는 과학수업의 상황적 특징 탐색

연구 책임자명 : 홍옥수 (서울대학교 박사과정)

안녕하십니까? 저는 서울대학교 사범대학 물리교육과 대학원에서 공부를 하고 있는 홍옥수라고 합니다. 저는 과학 수업에서 여러분들이 어떻게 학습하는지에 대해 연구하고, 여러분들이 과학수업을 통해 창의성을 더 잘 드러낼 수 있는 방법을 찾으려고 합니다. 여러분들께 지금부터 제가 하는 연구에 대해서 설명하고, 이 연구에 여러분들이 참여할 생각이 있는지를 물어보려고 합니다. 아래의 설명에서 이해되지 않는 말들이 있을 수 있습니다. 이해가 분명하게 되지 않는 말이나 정보에 대해서는 저에게 질문하기 바랍니다.

담당 연구원: 홍옥수 (02-880-8817)

1. 이 연구를 왜 하나요?

이 연구는 서울대학교 물리교육과 송진웅 교수님과 제가 과학수업에서 나타나는 어떠한 특징이 창의성에 영향을 끼치는지 알고자 실시하는 연구입니다. 지금부터 여러분에게 이 연구에 대해 설명한 후 여러분이 이 연구에 참여할지 물어볼 것입니다.

2. 왜 저에게 참여하라고 하시는 건가요?

서울, 경기, 인천 지역 지역에 있는 중고등학교 4학년 내외의 학생들이 이 연구에 참여할 것입니다. 저는 여러분 학급이 그 학급들 중 하나가 될 수 있다고 생각하여 참여하고 싶은지를 묻는 것입니다.

3. 꼭 참여해야 하나요?

원하지 않으면 참여하지 않아도 되며 참여하지 않아도 여러분에게 해가 되는 일은 없습니다.

4. 연구 중에 어떤 일을 하나요?

제가 여러분이 과학수업 동안에 활동하는 모습을 촬영하게 됩니다. 더불어 여러분 중 몇몇과는 과학 수업 중에 있었던 일에 대해서 좀 더 자세히 이야기 나누고, 창의성에 대한 여러분의 생각에 대해서도 이야기 나누려고 합니다. 여러분과 보호자가 허락하면 이 연구에서 얻은 정보들은 연구하는 다른 선생님들과 공유하게 될 것입니다. 이 때 여러분의 학교, 학급, 이름 등은 알려지지 않을 것입니다.

5. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?

여러분의 과학 실험 수업에 약 2-3회 참여할 것입니다. 그리고 과학 수업 후에 몇몇의 학생과는 이야기를 나눌 것이며, 시간은 30분이 채 걸리지 않습니다.

6. 이 연구에 참여할 경우 위험한 내용은 없나요?

예상되는 부작용이나 위험요소는 없습니다. 만일, 참여 도중 발생할 수 있는 위험요소에 대한 질문이 있으면, 담당 연구원에게 바로 문의해 주십시오.

7. 연구에 참여하지 않는다고 불이익이 있나요?

여러분이 연구에 참여하기 싫으면 참여하지 않을 수 있습니다. 연구에 참여하지 않아도 불이익을 당하지 않습니다.

8. 이 연구가 저에게 어떠한 도움이 되나요?

이 연구는 여러분에게 직접적인 도움이 되지 않을 수도 있습니다. 그러나 이 연구가 나중에 여러분과 같은 청소년들이 과학수업을 통해 창의성을 더 잘 드러내고 발전할 수 있는 방안을 찾는 데 도움이 될 수 있습니다.

9. 이 연구에 참여하면 선물이 있나요?

미안하지만 이 연구에 참가하는데 있어서 여러분에게는 선물을 주지 않습니다.

10. 궁금한 것이 있으면 어떻게 하나요?

연구에 대해 궁금한 것이 있거나 읽고 나서 이해가 안 가는 것은 무엇이든 연구원 선생님(홍옥수, 02-880-8817)이나 부모님 혹은 보호자에게 설명을 해 달라고 하십시오. 원한다면 “학부모용 설명서”를 읽어 볼 수도 있습니다.

이 설명서는 여러분이 보관할 수 있도록 연구원 선생님이 복사해 줄 것입니다.

여러분이 이 연구에 참여하기 위해서는 부모님이나 법정 대리인도 함께 동의서 양식에 서명해야 합니다.

아래 사항을 확인한 후 연구에 참여하길 원한다면 이름을 써 주십시오.

1. 나는 이 설명서를 읽었습니다.
2. 나의 모든 궁금한 점은 완전히 이해할 수 있도록 연구원에게서 설명 받았습니니다.
3. 나는 이 연구에 참여 할 것을 동의합니다.
4. 나는 연구 수행 과정에서 과학 수업의 활동 장면 및 인터뷰 내용에 대해 녹음 또는 녹화 하는 것을 동의합니다.
5. 나는 어떠한 해를 받지 않고 연구 참여를 그만둘 수 있음을 알고 있습니다.
6. 나는 연구 수행 과정에서 얻은 나의 정보에 대한 정보를 연구자가 수집하고 처리하는 데 동의합니다.

연구 참여자 아동 명	서 명	날 짜 (년/월/일)
법정대리인 명(연구 참여자와 관계)	서 명	날 짜 (년/월/일)
동의서 받은 연구원 명	서 명	날 짜 (년/월/일)
연구 책임자 명	서 명	날 짜 (년/월/일)

[부록 3-2]

과학수업 관찰 설명서 및 동의서(교사용)

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

연구참여자유 설명서 및 동의서 (교사용-수업관찰)

연구 과제명 : 창의성에 영향을 미치는 과학수업의 상황적 특징 탐색

연구 책임자명 : 홍옥수 (서울대학교 박사과정)

이 연구는 과학수업에서 창의성에 영향을 미치는 상황적 특징을 탐색하고자 하는 연구입니다. 귀하는 과학 수업을 하는 교사로서 이 연구에 참여하도록 권유 받았습니다. 이 연구를 수행하는 서울대학교 소속의 연구원이 귀하에게 이 연구에 대해 설명해 줄 것입니다. 이 연구는 자발적으로 참여 의사를 밝히신 분에 한하여 수행 될 것이며, 귀하께서는 참여 의사를 결정하기 전에 본 연구가 왜 수행되는지 그리고 연구의 내용이 무엇과 관련 있는지 이해하는 것이 중요합니다. 다음 내용을 신중히 읽어보신 후 참여 의사를 밝혀 주시길 바라며, 필요하다면 가족이나 친구들과 의논해 보십시오. 만일 어떠한 질문이 있다면 담당 연구원이 자세하게 설명해 줄 것입니다.

담당 연구원: 홍옥수 (02-880-8817)

1. 이 연구는 왜 실시합니까?

이 연구는 창의성이 개인과 환경의 상호작용에 의해 나타난다는 통합적 관점에서, 과학수업이라는 맥락을 고려할 때, 창의성에 영향을 미치는 상황적 특징을 탐색하고자 합니다.

2. 얼마나 많은 사람이 참여합니까?

서울, 경기, 인천 지역 지역에 있는 중고등학교의 4명 이내의 과학 교사가 참여할 것입니다.

3. 만일 연구에 참여하면 어떤 과정이 진행됩니까?

만일 귀하가 참여의사를 밝혀 주시면 다음과 같은 과정이 진행될 것입니다.

약 2-3회에 걸쳐 연구자가 귀하의 과학수업을 관찰할 것입니다. 수업 후에는 과학수업과 창의성의 관계에 대한 생각, 평소 학생들의 창의적인 아이디어 또는 산출물에 대한 선생님의 반응, 수업에 대한 평가 등에 대하여 면담을 실시할 것이며, 면담 소요 시간은 1시간 미만입니다. 수업 후 면담은 수업 당일 오후에 귀하의 교실에서 할 것입니다. 수업 관찰 및 면담 내용은 녹화 및 녹음될 것이며, 귀하의 학교, 학급, 이름 등은 다른 기호로 바꾸어 사용하므로 개인 정보는 알려지지 않을 것입니다.

4. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?

약 2-3회의 과학 실험 수업 관찰과 수업 후의 면담에 참여할 것입니다.

5. 참여 도중 그만두어도 됩니까?

예, 귀하는 언제든지 어떠한 불이익 없이 참여 도중에 그만 둘 수 있습니다. 만일 귀하가 연구에 참여하는 것을 그만두고 싶다면 담당 연구원에게 즉시 말씀해 주십시오.

6. 부작용이나 위험요소는 없습니까?

예상되는 부작용이나 위험요소는 없습니다. 만일, 참여 도중 발생할 수 있는 위험요소에 대한 질문이 있으면 담당 연구원에게 바로 문의해 주십시오.

7. 이 연구에 참여시 참여자에게 이득이 있습니까?

귀하가 이 연구에 참여하는데 있어서 직접적인 이득은 없습니다. 그러나 귀하가 제공하는 정보는 과학수업을 통해 창의성을 더 잘 드러내고 발견할 수 있는 방안을 찾는 데 도움이 될 수 있습니다.

8. 만일 이 연구에 참여하지 않는다면 불이익이 있습니까?

귀하는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 귀하가 본 연구에 참여하지 않아도 귀하에게는 어떠한 불이익도 없습니다.

9. 연구에서 얻은 모든 개인 정보의 비밀은 보장됩니까?

개인정보관리책임자는 서울대학교의 홍옥수(02-880-8817)입니다. 저희는 이 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개 될 때 귀하의 이름과 다른 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구하면 귀하의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 또한 모니터 요원, 절검 요원, 생명윤리심의위원회는 연구 참여자의 개인 정보에 대한 비밀 보장을 침해하지 않고 관련규정이 정하는 범위 안에서 본 연구의 실시 절차와 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 연구 결과를 직접 열람할 수 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 뜻으로 간주될 것입니다.

10. 이 연구에 참가하면 댓가가 지급됩니까?

귀하의 연구 참여시 감사의 뜻으로 3만원 정도의 작은 기념품이 증정될 것입니다.

11. 연구에 대한 문의는 어떻게 해야 됩니까?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

이름: 홍 옥 수 전화번호: 02-880-8817

만일 어느 때라도 연구 참여자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리심의위원회에 연락하십시오.

서울대학교 생명윤리심의위원회 (SNU-IRB) 전화번호: 02-880-5153

동 의 서

1. 나는 이 설명서를 읽었으며 담당 연구원과 이에 대하여 의논하였습니다.
2. 나는 위험과 이득에 관하여 들었으며 나의 질문에 만족할 만한 답변을 얻었습니다.
3. 나는 이 연구에 참여하는 것에 대하여 자발적으로 동의합니다.
4. 나는 이 연구에서 얻어진 나에 대한 정보를 현행 법률과 생명윤리심의위원회 규정이 허용하는 범위 내에서 연구자가 수집하고 처리하는데 동의합니다.
5. 나는 담당 연구자나 위임 받은 대리인이 연구를 진행하거나 결과 관리를 하는 경우와 보건 당국, 학교 당국 및 서울대학교 생명윤리심의위원회가 실태 조사를 하는 경우에는 비밀로 유지되는 나의 개인 신상 정보를 직접적으로 열람하는 것에 동의합니다.
6. 나는 언제라도 이 연구의 참여를 철회할 수 있고 이러한 결정이 나에게 어떠한 해도 되지 않을 것이라는 것을 압니다.
7. 나의 서명은 이 동의서의 사본을 받았다는 것을 뜻하며 연구 참여가 끝날 때까지 사본을 보관하겠습니다.
8. 나는 연구 수행 과정에서 과학 수업의 활동 장면 및 면담 내용에 대해 녹음 또는 녹화하는 것을 동의합니다.

연구참여자 성명	서 명	날짜 (년/월/일)
동의서 받은 연구원 성명	서 명	날짜 (년/월/일)
연구책임자 성명	서 명	날짜 (년/월/일)

[부록 3-3]

과학수업 관찰 학부모용 설명서

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

학부모용 설명서

연구 과제명 : 창의성에 영향을 미치는 과학수업의 상황적 특징 탐색

연구 책임자명 : 홍옥수 (서울대학교 박사과정)

이 연구는 과학수업에서 창의성에 영향을 미치는 상황적 특징을 탐색하고자 하는 연구입니다. 귀하의 자녀는 이 연구에 참여하도록 권유 받았습니다. 이 연구를 수행하는 서울대학교 소속의 연구원이 귀하 자녀에게 이 연구에 대해 설명해 줄 것입니다. 이 연구는 자발적으로 참여 의사를 밝히신 분에 한하여 수행 될 것이며, 귀하께서는 자녀의 참여 의사를 결정하기 전에 본 연구가 왜 수행되는지 그리고 연구의 내용이 무엇과 관련 있는지 이해하는 것이 중요합니다. 다음 내용을 신중히 읽어보신 후 참여 의사를 밝혀 주시길 바라며, 필요하다면 가족이나 친구들과 의논해 보십시오. 만일 어떠한 질문이 있다면 담당 연구원이 자세하게 설명해 줄 것입니다.

담당 연구원: 홍옥수 (02-880-8817)

1. 이 연구는 왜 실시합니까?

이 연구는 창의성이 개인과 환경의 상호작용에 의해 나타난다는 통합적 관점에서, 과학수업이라는 맥락을 고려할 때, 창의성에 영향을 미치는 상황적 특징을 탐색하고자 합니다.

2. 얼마나 많은 사람이 참여합니까?

서울, 경기, 인천 지역 지역에 있는 중고등학교의 4명 이내의 과학 교사와 학급 학생들이 참여할 것입니다.

3. 만일 연구에 참여하면 어떤 과정이 진행될까요?

만일 귀하가 자녀의 참여의사를 밝혀 주시면 다음과 같은 과정이 진행될 것입니다.

약 2-3회에 걸쳐 연구자가 자녀가 소속되어 있는 학급의 과학수업을 관찰할 것입니다. 수업 후에는 창의성이 높았거나 낮았다고 평가할 수 있는 인상적인 사례에 대한 설문을 실시할 것입니다. 학급의 몇몇 학생에게는 관찰 결과들 토대로 과학수업에서 창의적인 아이디어 또는 산출물이 드러난 사례 등에 대해 면담을 실시할 것이며, 면담 소요 시간은 약 30분입니다. 수업 후 면담은 수업 당일 오후에 이루어질 예정입니다. 면담 장소는 학년 연구실 또는 상담실과 같이 조용한 곳에서 개별적으로 이루어집니다. 수업 관찰 및 면담 내용은 녹화 및 녹음될 것이며, 자녀의 학교, 학급, 이름 등은 다른 기호로 바꾸어 사용하므로 개인 정보는 알려지지 않을 것입니다.

4. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?

약 2-3회의 과학 실험 수업 관찰과 수업 후의 면담에 참여할 것입니다.

5. 참여 도중 그만두어도 됩니까?

예, 귀하의 자녀는 언제든지 어떠한 불이익 없이 참여 도중에 그만 둘 수 있습니다. 만일 귀하의 자녀가 연구에 참여하는 것을 그만두고 싶다면 담당 연구원에게 즉시 말씀해 주십시오.

6. 부작용이나 위험요소는 없습니까?

예상되는 부작용이나 위험요소는 없습니다. 만일, 참여 도중 발생할 수 있는 위험요소에 대한 질문이 있으면 담당 연구원에게 바로 문의해 주십시오.

7. 이 연구에 참여시 참여자에게 이득이 있습니까?

귀하의 자녀가 이 연구에 참여하는데 있어서 직접적인 이득은 없습니다. 그러나 귀하가 제공하는 정보는 과학수업을 통해 창의성을 더 잘 드러내고 발견할 수 있는 방안을 찾는 데 도움이 될 수 있습니다.

8. 만일 이 연구에 참여하지 않는다면 불이익이 있습니까?

귀하의 자녀는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 귀하의 자녀가 본 연구에 참여하지 않아도 귀하의 자녀에게는 어떠한 불이익도 없습니다.

9. 연구에서 얻은 모든 개인 정보의 비밀은 보장됩니까?

개인정보관리책임자는 서울대학교의 홍옥수(02-880-8817)입니다. 저희는 이 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개 될 때 귀하의 자녀 이름과 다른 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구하면 자녀의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 또한 모니터링, 점진 요원, 생명윤리심의위원회는 연구 참여자의 개인 정보에 대한 비밀 보장을 침해하지 않고 관련규정이 정하는 범위 안에서 본 연구의 실시 절차와 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 연구 결과를 직접 열람할 수 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 동의로 간주될 것입니다.

10. 이 연구에 참가하면 댓가가 지급됩니까?

죄송합니다만 본 연구에 참가하는데 있어서 연구 참여자에게 어떠한 금전적 보상도 없습니다.

11. 연구에 대한 문의는 어떻게 해야 됩니까?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

이름: 홍 옥 수 전화번호: 02-880-8817

만일 어느 때라도 연구 참여자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리심의위원회에 연락하십시오.

서울대학교 생명윤리심의위원회 (SNUIRB)

전화번호: 02-880-5153

[부록 4]

학생용 결정적사건기법 설문지

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

결정적 사건기법 설문지

(연구명 : 과학수업에서 창의성에 영향을 끼치는 요인 찾기)

학교명 :

이름 :

본 설문지는 과학수업에서의 창의성에 영향을 끼치는 요인을 추출하기 위해 창의성과 관련하여 경험한 인상적인 사례를 수집하는 데 목적이 있습니다. 아래 문항을 읽어보시고 관련된 사례에 대해 최대한 구체적으로 작성해주시기 바랍니다.

1. 최근 1년 이내 과학수업에서 창의성이 높았다고 평가할 수 있는 인상적인 사례(장면)에 대해 구체적으로 기록해주시요.

1-1. 위의 사례를 창의성이 높았다고 평가한 이유는 무엇입니까?

1-2. 위의 사례에서 창의성에 긍정적인 영향을 끼쳤다고 판단되는 요인은 무엇입니까?
(개인적 측면, 환경적 측면)

2. 최근 1년 이내 과학수업에서 창의성이 낮았다고 평가할 수 있는 인상적인 사례(장면)에 대해 구체적으로 기록해주시시오.

2-1. 위의 사례를 창의성이 낮았다고 평가한 이유는 무엇입니까?

2-2. 위의 사례에서 창의성에 부정적인 영향을 끼쳤다고 판단되는 요인은 무엇입니까?
(개인적 측면, 환경적 측면)

[부록 5-1]

예비조사 및 본 조사 설명서 및 동의서(학생용)

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

연구참여자유 설명서 및 동의서 (중고등학생용)

연구 과제명 : 창의성에 영향을 끼치는 과학수업의 상황적 특징 탐색

연구 책임자명 : 홍옥수 (서울대학교 박사과정)

안녕하십니까? 저는 서울대학교 사범대학 물리교육과 대학원에서 공부를 하고 있는 홍옥수라고 합니다. 저는 과학수업에서 창의성에 영향을 미치는 상황적 특징을 탐색하고자 연구를 수행하고 있습니다. 여러분들에게 지금부터 제가 하는 연구에 대해서 설명하고, 이 연구에 여러분들이 참여할 생각이 있는지를 물어보려고 합니다. 아래의 설명에서 이해되지 않는 말들이 있을 수 있습니다. 이해가 분명하게 되지 않는 말이나 정보에 대해서는 저에게 질문하기 바랍니다.

담당 연구원: 홍옥수 (02-880-8817)

1. 이 연구는 왜 실시합니까?

이 연구는 과학수업에서 나타나는 어떠한 특징이 창의성에 영향을 끼치는지 알고자 실시하는 연구입니다. 지금부터 여러분에게 이 연구에 대해 설명한 후 여러분이 이 연구에 참여할지 물어볼 것입니다.

2. 얼마나 많은 사람이 참여합니까?

전국에 있는 850명 내외의 중고등학생이 본 연구에 참여하게 됩니다.

3. 만일 연구에 참여하면 어떤 과정이 진행됩니까?

만일 여러분이 참여의사를 밝혀 주시면 평소 가지고 있는 생각을 토대로 설문조사를 하게 될 것이며, 설문조사에는 총 20분 정도 소요될 것입니다.

4. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?

약 20분이 소요될 것입니다.

5. 참여 도중 그만두어도 됩니까?

예, 여러분은 언제든지 어떠한 불이익 없이 참여 도중에 그만 둘 수 있습니다. 만일 여러분이 연구에 참여하는 것을 그만두고 싶다면 담당 연구원에게 즉시 말씀해 주십시오.

6. 부작용이나 위험요소는 없습니까?

예상되는 부작용이나 위험요소는 없습니다. 만일, 참여 도중 발생할 수 있는 위험요소에 대한 질문이 있으면 담당 연구원에게 바로 문의해 주십시오.

7. 이 연구에 참여시 참여자에게 이득이 있습니까?

여러분이 이 연구에 참여하는데 있어서 직접적인 이득은 없습니다. 그러나 여러분이 제공하는 정보는 과학수업을 통해 창의성을 더 잘 드러내고 발견할 수 있는 방안을 찾는 데 도움이 될 수 있습니다.

8. 만일 이 연구에 참여하지 않는다면 불이익이 있습니까?

여러분은 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 여러분이 본 연구에 참여하지 않아도 어떠한 불이익도 없습니다.

9. 연구에서 얻은 모든 개인 정보의 비밀은 보장될까?

개인정보관리책임자는 서울대학교의 홍옥수(02-880-8817)입니다. 저는 이 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개 될 때 귀하의 이름과 다른 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구하면 귀하의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 동의로 간주될 것입니다. 자료 보관 기간은 생명윤리법에 따라 동의서는 3년, 기타 자료는 서울대학교 연구윤리침에 따라 5년간 보관하게 됩니다.

10. 이 연구에 참여하면 선물이 있나요?

미안하지만 이 연구에 참가하는데 있어서 여러분에게는 선물을 주지 않습니다.

11. 궁금한 것이 있으면 어떻게 하나요?

연구에 대해 궁금한 것이 있거나 읽고 나서 이해가 안 가는 것은 무엇이든 연구원 선생님(홍옥수, 02-880-8817)이나 부모님 혹은 보호자에게 설명을 해 달라고 하십시오. 원한다면 “학부모용 설명서”를 읽어 볼 수도 있습니다.

이 설명서는 여러분이 보관할 수 있도록 연구원 선생님이 복사해 줄 것입니다.

여러분이 이 연구에 참여하기 위해서는 부모님이나 법정 대리인도 함께 동의서 양식에 서명해야 합니다.

아래 사항을 확인한 후 연구에 참여하길 원한다면 이름을 써 주십시오.

1. 나는 이 설명서를 읽었습니다.
2. 나의 모든 궁금한 점은 완전히 이해할 수 있도록 연구원에게서 설명 받았습니니다.
3. 나는 이 연구에 참여 할 것을 동의합니다.
4. 나는 어떠한 해를 받지 않고 연구 참여를 그만둘 수 있음을 알고 있습니다.
5. 나는 연구 수행 과정에서 얻은 나의 대한 정보를 연구자가 수집하고 처리하는 데 동의합니다.

연구 참여자 아동 명	서 명	날 짜 (년/월/일)
법정대리인 명(연구 참여자와 관계)	서 명	날 짜 (년/월/일)
동의서 받은 연구원 명	서 명	날 짜 (년/월/일)
연구 책임자 명	서 명	날 짜 (년/월/일)

.....

[부록 5-2]

예비조사 및 본 조사 학부모용 설명서

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

학부모용 설명서

연구 과제명 : 창의성에 영향을 끼치는 과학수업의 상황적 특징 탐색

연구 책임자명 : 홍옥수 (서울대학교 박사과정)

이 연구는 과학수업에서 창의성에 영향을 미치는 상황적 특징을 탐색하고자 하는 연구입니다. 귀하의 자녀는 이 연구에 참여하도록 권유 받았습니니다. 이 연구를 수행하는 서울대학교 소속의 연구원이 귀하 자녀에게 이 연구에 대해 설명해 줄 것입니다. 이 연구는 자발적으로 참여 의사를 밝히신 분에 한하여 수행 될 것이며, 귀하께서는 자녀의 참여 의사를 결정하기 전에 본 연구가 왜 수행되는지 그리고 연구의 내용이 무엇과 관련 있는지 이해하는 것이 중요합니다. 다음 내용을 신중히 읽어보신 후 참여 의사를 밝혀 주시길 바라며, 필요하다면 가족이나 친구들과 의논해 보십시오. 만일 어떠한 질문이 있다면 담당 연구원이 자세하게 설명해 줄 것입니다.

담당 연구원: 홍옥수 (02-880-8817)

1. 이 연구는 왜 실시합니까?

이 연구는 창의성이 개인과 환경의 상호작용에 의해 나타난다는 통합적 관점에서, 과학수업이라는 맥락을 고려할 때, 창의성에 영향을 미치는 상황적 특징을 탐색하고자 합니다.

2. 얼마나 많은 사람이 참여합니까?

전국에 있는 850명 내외의 중고등학생이 본 연구에 참여하게 됩니다.

3. 만일 연구에 참여하면 어떤 과정이 진행됩니까?

만일 귀하가 자녀의 참여의사를 밝혀 주시면 평소 가지고 있는 생각을 토대로 설문조사를 하게 될 것이며, 설문조사에는 총 20분 정도 소요될 것입니다.

4. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?

약 20분이 소요될 것입니다.

5. 참여 도중 그만두어도 됩니까?

예, 귀하의 자녀는 언제든지 어떠한 불이익 없이 참여 도중에 그만 둘 수 있습니다. 만일 여러분이 연구에 참여하는 것을 그만두고 싶다면 담당 연구원에게 즉시 말씀해 주십시오.

6. 부작용이나 위험요소는 있습니까?

예상되는 부작용이나 위험요소는 없습니다. 만일, 참여 도중 발생할 수 있는 위험요소에 대한 질문이 있으면 담당 연구원에게 바로 문의해 주십시오.

7. 이 연구에 참여시 참여자에게 이득이 있습니까?

귀하의 자녀가 이 연구에 참여하는데 있어서 직접적인 이득은 없습니다. 그러나 귀하가 제공하는 정보는 과학수업을 통해 창의성을 더 잘 드러내고 발견할 수 있는 방안을 찾는 데 도움이 될 수 있습니다.

8. 만일 이 연구에 참여하지 않는다면 불이익이 있습니까?

귀하의 자녀는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 귀하의 자녀가 본 연구에 참여하지 않아도 귀하의 자녀에게는 어떠한 불이익도 없습니다.

9. 연구에서 얻은 모든 개인 정보의 비밀은 보장됩니까?

개인정보관리책임자는 서울대학교의 홍옥수(02-880-8817)입니다. 저희는 이 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개 될 때 귀하의 자녀 이름과 다른 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구하면 자녀의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 또한 모니터 요원, 절점 요원, 생명윤리심의위원회는 연구 참여자의 개인 정보에 대한 비밀 보장을 침해하지 않고 관련규정이 정하는 범위 안에서 본 연구의 실시 절차와 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 연구 결과를 직접 열람할 수 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 동의로 간주될 것입니다. 자료 보관 기간은 생명윤리법에 따라 동의서는 3년, 기타 자료는 서울대학교 연구윤리지침에 따라 5년간 보관하게 됩니다.

10. 이 연구에 참가하면 댓가가 지급됩니까?

최소합니다만 본 연구에 참가하는데 있어서 연구 참여자에게 어떠한 금전적 보상도 없습니다.

11. 연구에 대한 문의는 어떻게 해야 됩니까?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

이름: 홍 옥 수 전화번호: 02-880-8817

만일 어느 때라도 연구 참여자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리심의위원회에 연락하십시오.

서울대학교 생명윤리심의위원회 (SNUIRB) 전화번호: 02-880-5153

[부록 6-1] 예비조사 설문지

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

과학수업 학급 창의성 분석을 위한 설문지

학교 _____ 학년 _____ 반
성별 : ☐ 여자 ☐ 남자

안녕하십니까? 여러분의 소중한 시간을 내어주셔서 감사합니다.

본 설문지는 '학급 창의성'과 관련하여 과학수업 상황을 분석하기 위한 것으로 정답이 없으며, 여러분이 설문지에 답한 내용은 비밀이 보장됩니다.

모든 문항에 대해 편안하고 솔직하게 답해주시길 부탁드립니다.

- 다음은 여러분 자신에 대해 묻는 문항입니다. 각 문항에 대해 여러분의 평소 모습과 가장 가까운 답을 "전혀 그렇지 않다", "그렇지 않다", "보통이다", "그렇다", "매우 그렇다" 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다.

다음은 여러분 자신에 대해 묻는 문항입니다.	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1 나는 과학수업 시간에 배운 개념을 알고 있다.					
2 나는 과학실험에 필요한 지식을 알고 있다.					
3 나는 과학문제를 해결하는 방법을 알고 있다.					
4 나는 문제가 주어지면 단순화하여 생각하는 편이다.					
5 나는 주어진 문제나 사물에 대해 여러 각도로 생각하는 편이다.					
6 나는 서로 다른 아이디어를 연결하여 생각하는 편이다.					
7 나는 과학수업 시간이 즐겁다.					
8 나는 과학을 잘하고 싶다.					
9 나는 과학을 배울 가치가 있다고 생각한다.					
10 나는 과학수업 시간에 적극적으로 참여하는 것을 좋아한다.					
11 나는 어려운 문제를 해결하기 위해 노력하는 것을 좋아한다.					
12 나는 과학수업 시간에 새로운 경험을 하는 것을 좋아한다.					

- 다음은 여러분의 과학수업 과정에 대해 묻는 문항입니다. 여러분의 과학수업 장면을 떠올려보면서 각 문항에 대한 여러분의 생각을 "전혀 그렇지 않다", "그렇지 않다", "보통이다", "그렇다", "매우 그렇다" 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다.

다음은 과학수업 과정에 대한 여러분의 생각을 묻는 문항입니다.	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
13 나는 과학수업에서 배운 내용을 이해하려고 노력한다.					
14 나는 과학수업에서 배운 내용을 적용하려고 노력한다.					
15 나는 과학수업에 집중한다.					
16 나는 과학수업의 목표를 달성하기 위해 노력한다.					
17 나는 과학수업에서 학습하는 내용만큼 방법과 과정에 관심을 둔다.					
18 나는 과학 탐구활동에서 주도적인 역할을 담당한다.					
19 나는 과학수업 시간에 문제를 해결하기 위해 탐구활동을 수행한다.					
20 나는 과학수업 시간에 선생님과 자주 토론한다.					
21 나는 과학수업 시간에 느낀 생각을 자유롭게 표현한다.					
22 나는 과학수업 시간에 문제를 해결하기 위해 친구와 협력한다.					
23 나는 과학수업 시간에 배운 내용을 다이어그램이나 그래프로 정리한다.					

→ 다음 장에 계속

○ 다음은 여러분의 과학수업 환경에 대해 묻는 문항입니다. 여러분의 과학수업 장면을 떠올려보면서 각 문항에 대한 여러분의 생각을 “전혀 그렇지 않다”, “그렇지 않다”, “보통이다”, “그렇다”, “매우 그렇다” 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다.

다음은 과학수업 환경에 대한 여러분의 생각을 묻는 문항입니다.	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
24 과학수업에서 다루는 내용은 일상생활과 관련이 깊다.					
25 과학수업에서 과제를 해결하기 위한 시간은 충분히 주어진다.					
26 과학수업에서는 최선을 다해야 완성할 수 있는 과제가 주어진다.					
27 과학수업 장소에는 탐구에 필요한 재료가 충분히 있다.					
28 과학수업 장소는 청서적인 안정감을 준다.					
29 과학수업에서 모르는 내용에 대해 물어볼 수 있는 친구가 있다.					
30 과학수업에서 내가 실수를 하더라도 친구들이 이해해준다.					
31 과학수업에서 새로운 아이디어를 제시하면 인정받는다.					
32 과학수업에서 궁금한 내용을 질문하는 것이 자유롭다.					
33 과학수업에서 친구들의 다양한 장점이 발휘된다.					
34 과학수업에서 친구들과의 의사소통이 자유롭다.					

○ 다음은 여러분의 과학 선생님의 대해 묻는 문항입니다. 각 문항에 대해 평소 과학 선생님의 대한 여러분의 생각을 “전혀 그렇지 않다”, “그렇지 않다”, “보통이다”, “그렇다”, “매우 그렇다” 중에서 골라 V표시로 답해 주시기 바랍니다.

다음은 과학 선생님의 대한 여러분의 생각을 묻는 문항입니다.	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
35 과학 선생님의 설명과 질문은 나의 호기심을 자극한다.					
36 과학 선생님의 설명과 질문은 나의 이해를 돕는다.					
37 과학 선생님은 새로운 생각을 하도록 이끌어 주신다.					
38 과학 선생님은 독특한 생각이나 반응을 칭찬해주신다.					
39 과학 선생님은 활동 결과에 대한 적절한 피드백을 주신다.					
40 과학 선생님은 많은 아이디어를 제시할 수 있는 분위기를 만들어주신다.					
41 과학 선생님은 나를 긍정적으로 생각하신다.					
42 과학 선생님은 나의 문제에 관심을 가지신다.					
43 과학 선생님은 나의 의견을 존중해주신다.					
44 과학 선생님은 어려운 문제를 끝까지 해결하도록 격려해주신다.					
45 과학 선생님은 내가 어떤 일에 실패했을 때 위로해주신다.					
46 과학 선생님은 나의 기분을 배려하신다.					

→ 다음 장에 계속



- 다음은 과학수업에서 여러분의 경험을 묻는 문항입니다. 각 문항에 대해 현재 학습의 과학수업에서 있었던 여러분의 경험을 “전혀 없다”, “아주 조금 있다(1회)”, “조금 있다(2~3회)”, “비교적 자주 있다(4~5회)”, “자주 있다(6회 이상)” 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다.

다음은 과학수업에서의 개인의 경험을 묻는 문항입니다.	전혀 없다	아주 조금 있다 (1회)	조금 있다 (2~3회)	비교적 자주 있다 (4~5회)	자주 있다 (6회 이상)
47 나는 과학수업에서 새로운 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.					
48 나는 과학수업에서 다양한 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.					
49 나는 과학수업에서 친구와의 대화를 통해 문제를 해결한 적이 있다.					
50 나는 과학수업에서 새롭고 가치있는 생각을 떠올려본 적이 있다.					
51 나는 과학수업에서 새롭고 가치있는 생각을 발표하여 선생님 또는 친구들에게 인정받은 적이 있다.					
다음은 과학수업에서의 학습 또는 모둠의 경험을 묻는 문항입니다. 여러분 자신이 직접 경험하지 않았더라도 여러분의 학습이나 모둠에서 있었던 일을 떠올려보면서 답해주시기 바랍니다.	전혀 없다	아주 조금 있다 (1회)	조금 있다 (2~3회)	비교적 자주 있다 (4~5회)	자주 있다 (6회 이상)
52 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새로운 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.					
53 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 다양한 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.					
54 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 협력을 통해 문제를 해결한 적이 있다.					
55 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새롭고 가치있는 결과를 만들어낸 적이 있다.					
56 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새롭고 가치있는 결과를 공유한 적이 있다.					

- 다음은 여러분이 자신을 얼마나 창의적이라고 생각하는지 묻는 문항입니다. 각각의 항목에 대해 여러분 나이 또래의 친구들과 비교할 때, 본인이 얼마나 창의적이라고 생각하는지를 “매우 창의적이지 않다”, “창의적이지 않다”, “보통이다”, “창의적이다”, “매우 창의적이다” 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다. 해보지 않은 일에 대해서는 비슷한 일에 대한 경험을 바탕으로 가능성을 평가해주시기 바랍니다.

※ ‘창의적’이라는 것은 새롭고 가치있는 아이디어 또는 제품을 만들 수 있다는 의미로 사용됩니다.

다음은 각각의 항목에 대해 여러분 자신이 얼마나 창의적이라고 생각하는지 묻는 문항입니다.	매우 창의적 이지 않다	창의적 이지 않다	보통 이다	창의적 이다	매우 창의적 이다
1 나무와 같은 물질로 무언가를 조각하기					
2 멈춰버리거나 느려진 컴퓨터를 고치는 방법 알아내기					
3 컴퓨터 프로그램 짜기					
4 수학퍼즐 풀기					
5 기계를 분해해서 작동원리 알아내기					
6 로봇과 같은 기계 만들기					
7 과학적인 실험을 설계하고 수행하기					
8 수학적(대수 또는 기하학적) 증명하기					
9 금속이나 돌과 같은 물질로 무언가를 만들기					

- 여러분이 생각할 때 ‘과학수업의 창의성’이라고 하면 떠오르는 장면을 구체적으로 적어주세요.

[부록 6-2] 본 조사 설문지

IRB No. 1503/001-006

유효기간: 2016년 2월 26일

창의적 과학수업 상황 분석을 위한 본 조사 설문지

_____ 학교 _____ 학년 _____ 반
성별 : ☐ 여자 ☐ 남자

안녕하십니까? 여러분의 소중한 시간을 내어주셔서 감사합니다.

본 설문지는 '학급 창의성'과 관련하여 과학수업 상황을 분석하기 위한 것으로 정답이 없으며,

여러분이 설문지에 답한 내용은 비밀이 보장됩니다.

모든 문항에 대해 편안하고 솔직하게 답해주시길 부탁드립니다.

○ 다음은 여러분 자신에 대해 묻는 문항입니다. 각 문항에 대해 여러분의 평소 모습과 가장 가까운 답을 "전혀 그렇지 않다", "그렇지 않다", "보통이다", "그렇다", "매우 그렇다" 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다.

다음은 여러분 자신에 대해 묻는 문항입니다.	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1 나는 과학수업 시간에 배운 개념을 알고 있다.					
2 나는 과학실험에 필요한 지식을 알고 있다.					
3 나는 과학문제를 해결하는 방법을 알고 있다.					
4 나는 문제가 주어지면 단순화하여 생각하는 편이다.					
5 나는 주어진 문제나 사물에 대해 여러 각도로 생각하는 편이다.					
6 나는 과학수업 시간이 즐겁다.					
7 나는 과학을 잘하고 싶다.					
8 나는 과학을 배울 가치가 있다고 생각한다.					
9 나는 과학수업 시간에 적극적으로 참여하는 것을 좋아한다.					
10 나는 어려운 문제를 해결하기 위해 노력하는 것을 좋아한다.					
11 나는 과학수업 시간에 새로운 경험을 하는 것을 좋아한다.					

○ 다음은 여러분의 과학수업 과정에 대해 묻는 문항입니다. 여러분의 과학수업 장면을 떠올려보면서 각 문항에 대한 여러분의 생각을 "전혀 그렇지 않다", "그렇지 않다", "보통이다", "그렇다", "매우 그렇다" 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다.

다음은 과학수업 과정에 대한 여러분의 생각을 묻는 문항입니다.	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
12 나는 과학수업에서 배운 내용을 이해하려고 노력한다.					
13 나는 과학수업에서 배운 내용을 적용하려고 노력한다.					
14 나는 과학수업에 집중한다.					
15 나는 과학수업의 목표를 달성하기 위해 노력한다.					
16 나는 과학수업에서 학습하는 내용만큼 방법과 과정에 관심을 둔다.					
17 나는 과학 탐구활동에서 주도적인 역할을 담당한다.					
18 나는 과학 탐구활동을 수행하면서 문제를 해결한다.					
19 나는 과학수업 시간에 선생님과 자주 토론한다.					
20 나는 과학수업 시간에 느낀 생각을 자유롭게 표현한다.					
21 나는 과학수업 시간에 문제를 해결하기 위해 친구와 협력한다.					
22 나는 과학수업 시간에 배운 내용을 다이어그램이나 그래프로 정리한다.					

→ 다음 장에 계속

○ 다음은 여러분의 과학수업 환경에 대해 묻는 문항입니다. 여러분의 과학수업 장면을 떠올려보면서 각 문항에 대한 여러분의 생각을 “전혀 그렇지 않다”, “그렇지 않다”, “보통이다”, “그렇다”, “매우 그렇다” 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다.

다음은 과학수업 환경에 대한 여러분의 생각을 묻는 문항입니다.		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
23	과학수업에서 과제를 해결하기 위한 시간은 충분히 주어진다.					
24	과학수업에서는 최선을 다해야 완성할 수 있는 과제가 주어진다.					
25	과학수업 장소에는 탐구에 필요한 재료가 충분히 있다.					
26	과학수업 장소는 청서적인 안정감을 준다.					
27	과학수업에서 모르는 내용에 대해 물어볼 수 있는 친구가 있다.					
28	과학수업에서 내가 실수를 하더라도 친구들이 이해해준다.					
29	과학수업에서 새로운 아이디어를 제시하면 인정받는다.					
30	과학수업에서 궁금한 내용을 질문하는 것이 자유롭다.					
31	과학수업에서 친구들의 다양한 장점이 발휘된다.					
32	과학수업에서 친구들과의 의사소통이 자유롭다.					

○ 다음은 여러분의 과학 선생님의 대해 묻는 문항입니다. 각 문항에 대해 평소 과학 선생님의 생각을 “전혀 그렇지 않다”, “그렇지 않다”, “보통이다”, “그렇다”, “매우 그렇다” 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다.

다음은 과학 선생님의 대해 여러분의 생각을 묻는 문항입니다.		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
33	과학 선생님의 설명과 질문은 나의 호기심을 자극한다.					
34	과학 선생님의 설명과 질문은 나의 이해를 돕는다.					
35	과학 선생님은 새로운 생각을 하도록 이끌어 주신다.					
36	과학 선생님은 독특한 생각이나 반응을 칭찬해주신다.					
37	과학 선생님은 활동 결과에 대한 적절한 피드백을 주신다.					
38	과학 선생님은 많은 아이디어를 제시할 수 있는 분위기를 만들어주신다.					
39	과학 선생님은 나를 긍정적으로 생각하신다.					
40	과학 선생님은 나의 문제에 관심을 가지신다.					
41	과학 선생님은 나의 의견을 존중해주신다.					
42	과학 선생님은 어려운 문제를 끝까지 해결하도록 격려해주신다.					
43	과학 선생님은 내가 어떤 일에 실패했을 때 위로해주신다.					
44	과학 선생님은 나의 기분을 배려하신다.					

→ 다음 장에 계속

- 다음은 과학수업에서 여러분의 경험을 묻는 문항입니다. 각 문항에 대해 현재 학급의 과학수업에서 있었던 여러분의 경험을 "전혀 없다", "아주 조금 있다(1회)", "조금 있다(2~3회)", "비교적 자주 있다(4~5회)", "자주 있다(6회 이상)" 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다.

다음은 과학수업에서의 개인의 경험을 묻는 문항입니다.	전혀 없다	아주 조금 있다 (1회)	조금 있다 (2~3회)	비교적 자주 있다 (4~5회)	자주 있다 (6회 이상)
45 나는 과학수업에서 새로운 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.					
46 나는 과학수업에서 다양한 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.					
47 나는 과학수업에서 새롭고 가치있는 생각을 떠올려본 적이 있다.					
48 나는 과학수업에서 새롭고 가치있는 생각을 발표하여 선생님 또는 친구들에게 인정받은 적이 있다.					
다음은 과학수업에서의 학급 또는 모둠의 경험을 묻는 문항입니다. 여러분 자신이 직접 경험하지 않았더라도 여러분의 학급이나 모둠에서 있었던 일을 떠올려보면서 답해주시기 바랍니다.	전혀 없다	아주 조금 있다 (1회)	조금 있다 (2~3회)	비교적 자주 있다 (4~5회)	자주 있다 (6회 이상)
49 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새로운 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.					
50 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 다양한 방법으로 문제를 해결한 적이 있다.					
51 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 협력을 통해 문제를 해결한 적이 있다.					
52 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새롭고 가치있는 결과를 만들어낸 적이 있다.					
53 우리 학급(모둠)은 과학수업에서 새롭고 가치있는 결과를 공유한 적이 있다.					

- 다음은 여러분이 자신을 얼마나 창의적이라고 생각하는지 묻는 문항입니다. 각각의 항목에 대해 여러분 나이 또래의 친구들과 비교할 때, 본인이 얼마나 창의적이라고 생각하는지를 "매우 창의적이지 않다", "창의적이지 않다", "보통이다", "창의적이다", "매우 창의적이다" 중에서 골라 V표시로 답해주시기 바랍니다. 해보지 않은 일에 대해서는 비슷한 일에 대한 경험을 바탕으로 가능성을 평가해주시기 바랍니다.

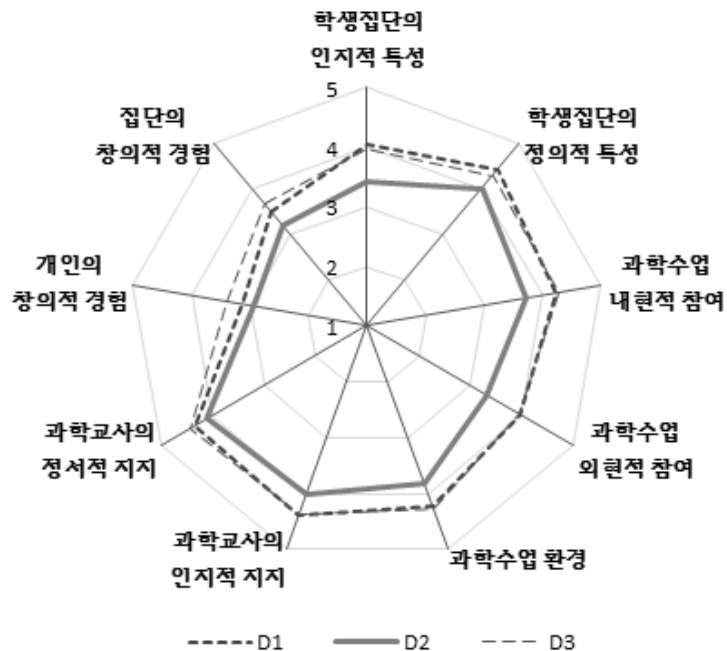
※ '창의적'이라는 것은 새롭고 가치있는 아이디어 또는 제품을 만들 수 있다는 의미로 사용됩니다.

다음은 각각의 항목에 대해 여러분 자신이 얼마나 창의적이라고 생각하는지 묻는 문항입니다.	매우 창의적 이지 않다	창의적 이지 않다	보통 이다	창의적 이다	매우 창의적 이다
1 나무와 같은 물질로 무언가를 조각하기					
2 멀쩡버리거나 느려진 컴퓨터를 고치는 방법 알아내기					
3 컴퓨터 프로그램 짜기					
4 수학퍼즐 풀기					
5 기계를 분해해서 작동원리 알아내기					
6 로봇과 같은 기계 만들기					
7 과학적인 실험을 설계하고 수행하기					
8 수학적(대수 또는 기하학적) 증명하기					
9 금속이나 돌과 같은 물질로 무언가를 만들기					

- 여러분이 생각할 때 '과학수업의 창의성'이라고 하면 떠오르는 장면을 구체적으로 적어주세요.

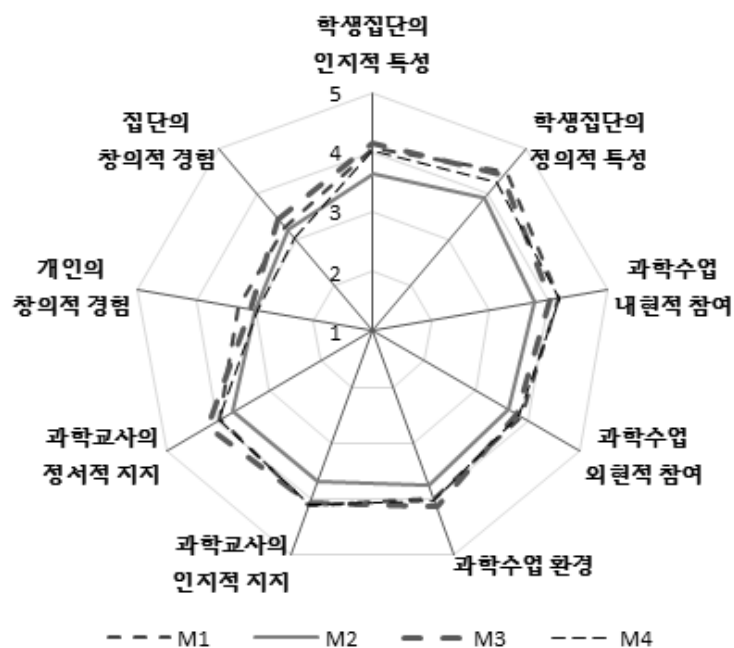
[부록 7] 과학 학급 창의성 척도 프로파일 (27개 학급)

1) D중학교 (3개 학급)



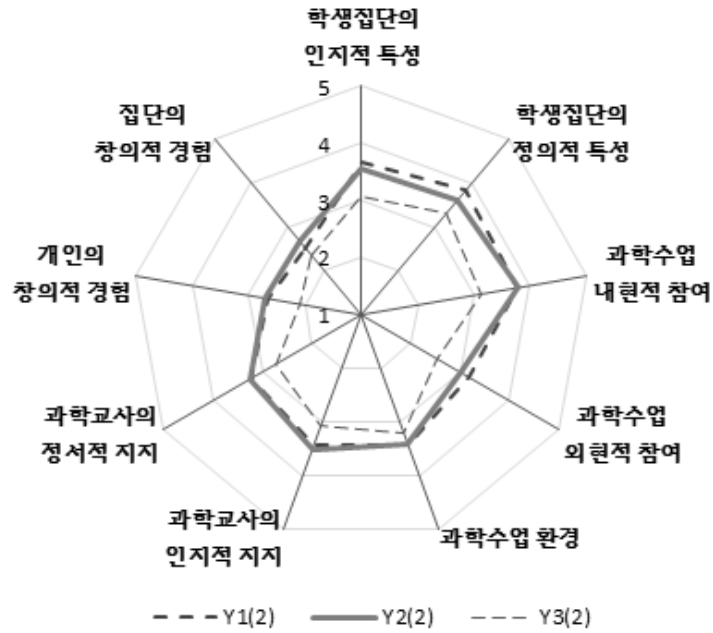
SCC 척도 요인	D1	D2	D3
학생집단의 인지적 특성	4.0	3.4	4.0
학생집단의 정의적 특성	4.4	4.0	4.3
과학수업 내현적 참여	4.2	3.7	4.3
과학수업 외현적 참여	4.0	3.3	4.0
과학수업 환경	4.2	3.8	4.3
과학교사의 인지적 지지	4.4	4.0	4.4
과학교사의 정서적 지지	4.3	4.1	4.4
개인의 창의적 경험	3.1	2.9	3.4
집단의 창의적 경험	3.5	3.2	3.7

2) M중학교 (6개 학급)



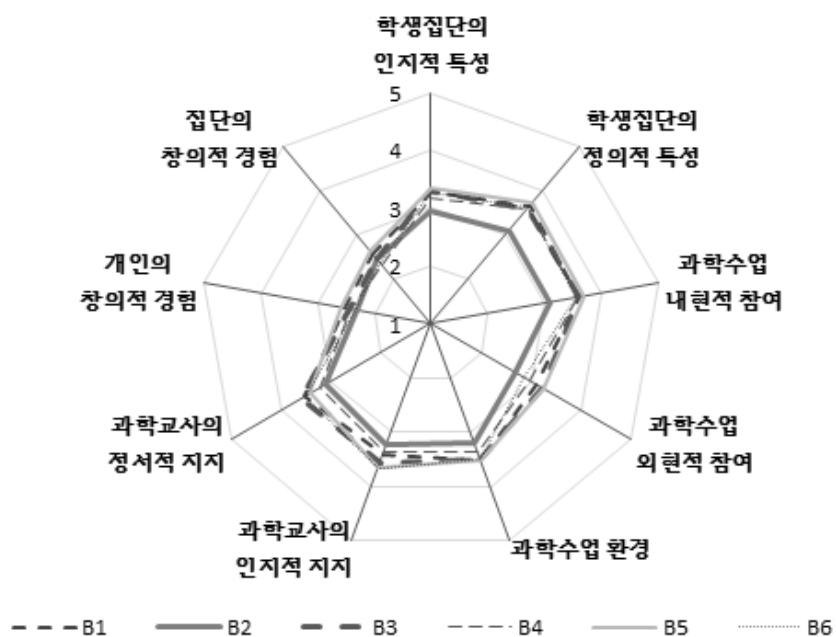
SCC 척도 요인	M1	M2	M3	M4
학생집단의 인지적 특성	4.1	3.9	4.2	4.0
학생집단의 정의적 특성	4.5	3.9	4.4	4.2
과학수업 내현적 참여	4.2	3.8	4.0	4.2
과학수업 외현적 참여	3.9	3.6	3.8	3.8
과학수업 환경	4.0	3.8	4.1	4.0
과학교사의 인지적 지지	4.1	3.7	4.1	4.1
과학교사의 정서적 지지	4.0	3.7	4.2	4.0
개인의 창의적 경험	3.3	3.0	3.1	3.0
집단의 창의적 경험	3.3	3.2	3.5	3.0

3) S중학교 (4개 학급)



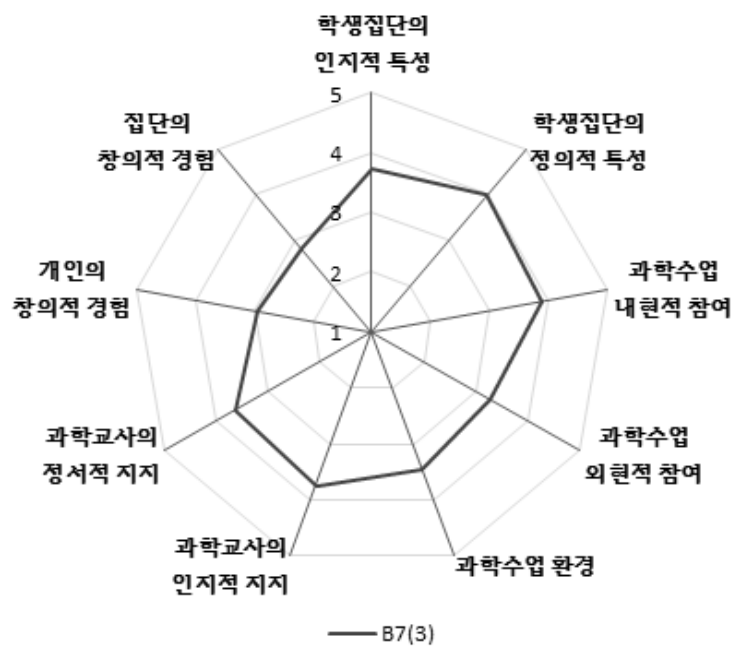
SCC 척도 요인	S1	S2	S3	S4
학생집단의 인지적 특성	3.5	3.5	3.5	3.3
학생집단의 정의적 특성	3.8	3.7	3.4	3.5
과학수업 내현적 참여	3.9	3.7	3.8	3.8
과학수업 외현적 참여	3.4	3.3	3.5	3.3
과학수업 환경	4.1	3.6	3.6	3.5
과학교사의 인지적 지지	3.9	3.7	3.7	3.5
과학교사의 정서적 지지	4.0	3.8	3.7	3.6
개인의 창의적 경험	3.0	2.9	2.8	2.6
집단의 창의적 경험	3.6	3.2	3.1	2.6

4-1) B고등학교 1학년 (6학급)



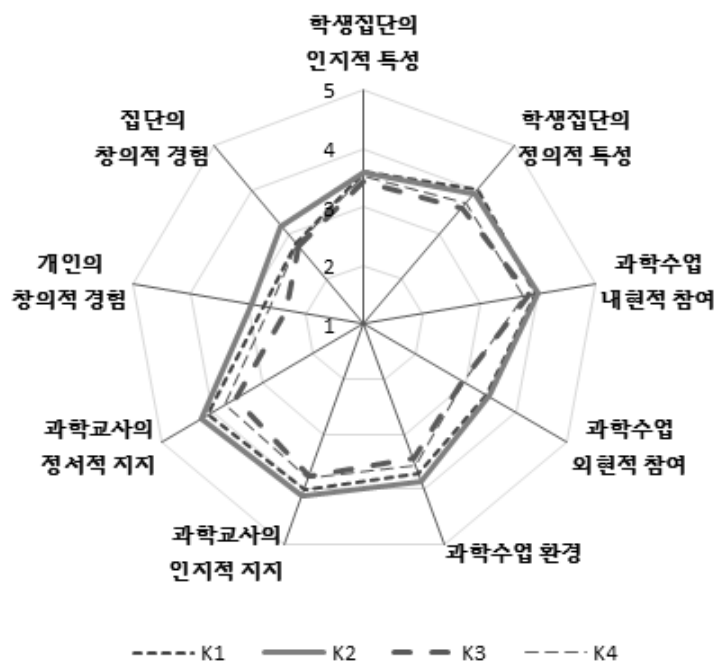
SCC 척도 요인	B1	B2	B3	B4	B5	B6
학생집단의 인지적 특성	3.3	3.0	3.3	3.2	3.3	3.3
학생집단의 정의적 특성	3.7	3.1	3.6	3.6	3.7	3.6
과학수업 내현적 참여	3.6	3.1	3.6	3.6	3.7	3.5
과학수업 외현적 참여	3.1	2.7	3.2	3.0	3.2	2.9
과학수업 환경	3.5	3.2	3.5	3.4	3.5	3.5
과학교사의 인지적 지지	3.4	3.2	3.6	3.4	3.7	3.7
과학교사의 정서적 지지	3.5	3.1	3.6	3.2	3.4	3.5
개인의 창의적 경험	2.5	2.3	2.4	2.4	2.6	2.3
집단의 창의적 경험	2.6	2.5	2.5	2.3	2.6	2.4

4-2) B고등학교 3학년 (1학급)



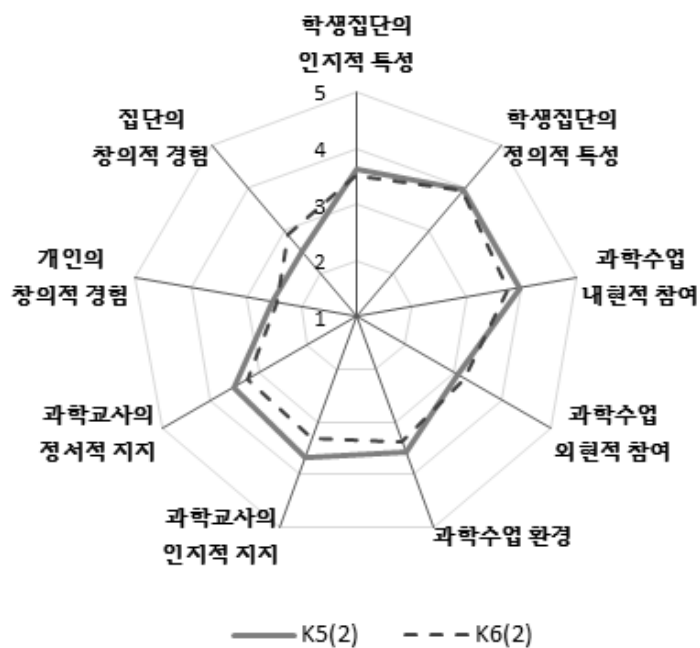
SCC 척도 요인	B7
학생집단의 인지적 특성	3.7
학생집단의 정의적 특성	4.0
과학수업 내현적 참여	3.9
과학수업 외현적 참여	3.3
과학수업 환경	3.5
과학교사의 인지적 지지	3.7
과학교사의 정서적 지지	3.7
개인의 창의적 경험	2.9
집단의 창의적 경험	2.8

5-1) K고등학교 1학년 (4학급)



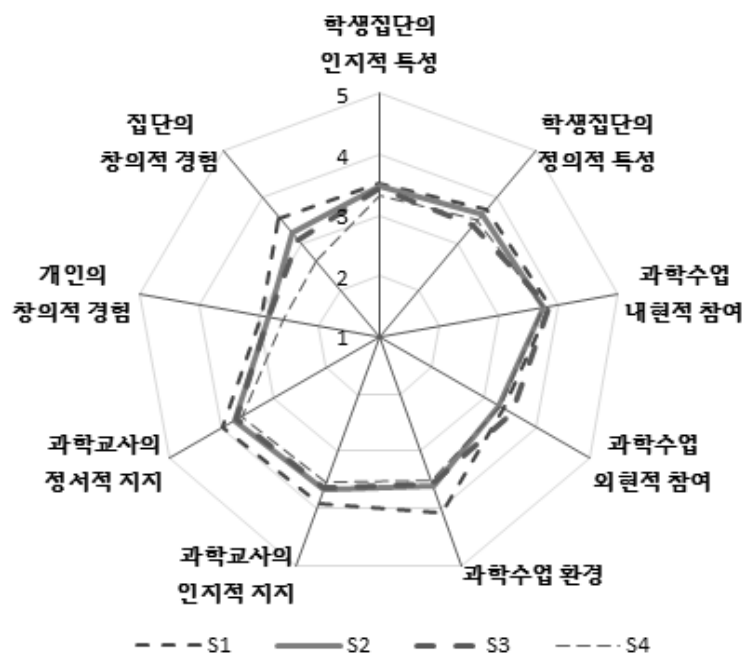
SCC 척도 요인	K1	K2	K3	K4
학생집단의 인지적 특성	3.6	3.6	3.4	3.5
학생집단의 정의적 특성	4.0	3.9	3.6	3.7
과학수업 내현적 참여	4.0	4.0	3.8	3.8
과학수업 외현적 참여	3.4	3.4	2.9	3.0
과학수업 환경	3.7	3.9	3.4	3.6
과학교사의 인지적 지지	4.0	4.1	3.8	3.8
과학교사의 정서적 지지	4.1	4.2	3.5	3.7
개인의 창의적 경험	2.8	2.9	2.3	2.6
집단의 창의적 경험	2.8	3.2	2.8	2.8

5-2) K고등학교 2학년 (2학급)



SCC 척도 요인	K5	K6
학생집단의 인지적 특성	3.6	3.6
학생집단의 정의적 특성	4.0	3.9
과학수업 내현적 참여	4.0	4.0
과학수업 외현적 참여	3.4	3.4
과학수업 환경	3.7	3.9
과학교사의 인지적 지지	4.0	4.1
과학교사의 정서적 지지	4.1	4.2
개인의 창의적 경험	2.8	2.9
집단의 창의적 경험	2.8	3.2

6) Y고등학교 2학년 (3학급)



SCC 척도 요인	Y1	Y2	Y3
학생집단의 인지적 특성	3.7	3.6	3.1
학생집단의 정의적 특성	3.8	3.6	3.3
과학수업 내현적 참여	3.7	3.8	3.1
과학수업 외현적 참여	3.2	3.0	2.5
과학수업 환경	3.4	3.4	3.2
과학교사의 인지적 지지	3.4	3.5	3.1
과학교사의 정서적 지지	3.2	3.2	2.7
개인의 창의적 경험	2.6	2.7	2.1
집단의 창의적 경험	2.5	2.7	2.4

Abstract

A conceptualization and scale development of science classroom creativity

Oksu HONG

Department of Science Education

The Graduate School

Seoul National University

Creativity has been emphasized as one of the objectives of school-based education. In particular, ‘creative thinking’ and ‘creative problem-solving’ have been treated as important, especially where science education is concerned. Recently, many researchers have attempted to understand creativity by integrating its cognitive, affective, and environmental aspects. Furthermore, as the concept has been proposed for collective creativity achieved by individuals working together, an amount of research has been conducted to analyze contextual influences on creativity in group settings. However, few attempts in science education have been made to understand creativity in considering the context of a group. This research proposes a new concept of ‘Science Classroom Creativity (SCC)’ to explain creativity in the science

classroom in considering the features of a class as a group, various contextual factors from a sociocultural approach, and the domain specificity of science.

The purpose of this research was to conceptualize SCC by suggesting its componential model and to develop a valid and reliable SCC scale based on the model suggested. Firstly, a componential model of SCC, consisting of 10 components and 23 sub-components, was developed from four primary sources: (a) a literature review on models and evaluation tools for creativity proposed from a sociocultural approach, (b) a content analysis of Korean National Science Curriculums focused on emphasized features related to creativity, (c) a critical-incidents study concerning the events in science classes perceived as creative or not by 35 teachers and 24 students, and (d) an observational study on a science class of 'Physics Experiments', focusing on cases related to SCC.

Secondly, the SCC scale was developed by adopting the SCC componential model. In order to develop suitable items, some were modified from previous scales developed to assess creativity. Some new items, meanwhile, were developed reflecting the results of the critical-incidents study and observational study mentioned above. Through three waves of analysis for content validity, a draft of the SCC scale, consisting of 56 items with a five-point response scale, was deducted. A pilot survey was then carried out with 160 middle and high school students acting as subjects. An exploratory factor analysis was conducted to select preliminary items and factors. For the results, nine factors were extracted: *cognitive characteristics of students*, *affective characteristics of students*, *covert engagement in science class*, *overt engagement in science class*, *science classroom environment*, *cognitive support of science teacher*, *emotional support*

of science teacher, individual creative experience, and group creative experience. To test the psychometric properties of the SCC scale, the survey was carried out on 723 middle and high school students. The results of a confirmatory factor analysis revealed that the nine-factor model was valid, showing its model fit the figures of CFI = .912, TLI = .901, RMSEA = .055. In addition, the final version of the SCC scale, with 49 items, was developed after taking these results into consideration. The internal consistency of each factor was quite adequate, demonstrating Cronbach's alpha ranging from .874 to .936. Convergent validity was also verified by examining the correlation with nine items from the 'mechanical/scientific' scale of the *Kaufman Domains of Creativity Scale* (Kaufman, 2012). It indicated a relatively strong positive correlation, $r = .408$. The results of a construct equivalence test showed evidence of configural invariance across age groups. However, it did not support metric invariance between the middle school and high school year 1 student group and high school year 2 and 3 student group.

The SCC scale developed from this research was reliable and valid in assessing SCC for science classes in middle schools and high schools. It can be useful in arranging the foundation for understanding and explaining 'science classroom creativity.' Furthermore, it can be applied to develop effective learning strategies for each class regarding the nine components of SCC, by revealing the characteristics of a science class.

Keywords : science classroom creativity, classroom creativity, science classroom creativity scale, factor analysis, validation

Student Number : 2010-30407